

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
 ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
 «ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
 ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
 КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
 на выпускную квалификационную работу студента по выполнению задач
 Государственной итоговой аттестации

Фамилия, имя, отчество студента
 тема выпускной квалификационной работы: Медицинский реабилитационный центр в городе Сочи общей площадью 9918 м²

квалификация (бакалавр, магистр, специалист) бакалавр
другое указать

направление подготовки: 08.03.01 Строительство

Сформированность компетенций у выпускника по итогам выполнения аттестационных заданий (заданий на выпускную квалификационную работу) (представлена в Приложении А к отзыву научного руководителя)

Объём заимствований из общедоступных источников считать допустимым/недопустимым (указать)	
Соответствие выпускной квалификационной работы требованиям ¹	
Наименование требования	Заключение о соответствии требованиям (отметить «соответствует», «соответствует не в полной мере», или «не соответствует»)
1. Актуальность темы	соответствует
2. Соответствие содержания теме	соответствует
3. Полнота, глубина, обоснованность решения поставленных вопросов	соответствует
4. Новизна	соответствует
5. Правильность расчетных материалов	соответствует
6. Возможности внедрения и опубликования работы	соответствует
7. Практическая значимость	соответствует
8. Оценка личного вклада автора	соответствует
Недостатки работы:	нет

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

ТЕ
ВА»

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы бакалавра по
направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» направленность
«Промышленное и гражданское строительство»

Автор ВКР Абрамшина Татьяна Владимировна

Группа СТ-42

Тема ВКР Медицинский реабилитационный центр в
городе Сочи общей площадью 9918 кв. м

Консультанты:

архитектурно-строительный раздел Лухов Ю. М

расчетно-конструктивный раздел Арискин М. В

основания и фундаменты Лухов В. С

технология и организация строительства Абрамшина Т. В

экономика строительства Садымов А. И

вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности Арискин М. В

НИР Арискин М. В

I. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ВКР

1. Место строительства г. Сочи

2. Назначение здания. Степень новизны разрабатываемой работы. Реальность ВКР

(указать отличие от типового или ранее разработанного проекта)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АРХИТЕКТУРЫ И
СТРОИТЕЛЬСТВА»
ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА «СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Согласовано:

Гл. специалист предприятия Зав. кафедрой

Утверждаю:

“.....”.....20 г.

“.....”.....20 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ МАГИСТРА ПО
НАПРАВЛЕНИЮ 08.04.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ «ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И
СООРУЖЕНИЙ»

Тема ВКР Медицинский реабилитационный центр в городе Сочи

Автор ВКР _____ Абрашкина Т.В.

Обозначение ВКР-2069059-08.04.01-130877-2017 Группа СТ1-42

Руководитель ВКР _____ Арискин М.В.

Консультанты по разделам:

архитектурно-строительный _____ Пучков Ю.М.

расчетно-конструктивный _____ Арискин М.В.

основания и фундаменты _____ Глухов В.С.

технологии и организации строительства _____ Агафонкина Н.В.

экономики строительства _____ Сафьянов А.Н.

вопросы экологии и безопасность _____

жизнедеятельности _____ Арискин М.В.

НИР _____ Арискин М.В.

Нормоконтроль _____ Арискин М.В.

ПЕНЗА 2017г.

Оглавление

1. Архитектура.....	5
1.1. Исходные данные для проектирования	6
1.2. Генеральный план участка	6
2.3. Объемно-планировочное решение здания.....	7
1.4. Конструктивное решение здания.....	9
1.5. Наружная и внутренняя отделка здания	11
1.6. Инженерное оборудование здания	11
1.5 Расчет сопротивления паропрооницанию ограждающей конструкции	12
1.5.5. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций	15
Надземные конструкции.....	25
2.1. Обоснование расчетной схемы	25
2.2. Нагрузки	26
2.3. Расчет и конструирование колонны	28
2.4. Расчет и конструирование ригеля	31
1..... Расчет прочности сечения, нормальной к продольной оси ригеля, в пролете	31
2. Расчет прочности сечения, нормального к продольной оси ригеля, на опоре	31
3. Расчет прочности сечения, наклонного к продольной оси ригеля	32
4. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля в пролете	33
5. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля на опоре.....	35
6. Расчет по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси ригеля.....	36
7. Расчет стыка.....	37
1. Расчет прочности сечения, нормальной к продольной оси ригеля, в пролете	38
2. Расчет прочности сечения, нормального к продольной оси ригеля, на опоре	38
3. Расчет прочности сечения, наклонного к продольной оси ригеля	39
4. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля в пролете	40
5. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля на опоре.....	42
6. Расчет по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси ригеля.....	43
7. Расчет стыка.....	44
3.5. Расчет и конструирование диафрагмы жесткости	44

2. Основания и фундаменты.....	45
2.1. Общие сведения.....	46
2.2. Оценка грунтовых условий участка застройк.....	47
2.3. Сбор нагрузок.....	50
2.4. Проектирование фундамента мелкого заложения.....	52
2.5. Проектирование свайных фундаментов.....	55
4. Технология и организация строительства.....	60
.1. Характеристика условий строительства.....	61
4.2. Календарный план строительства.....	61
4.2.1. Установление номенклатуры работ, расчет объемов работ и определение потребности в материальных ресурсах.....	61
4.2.2. Обоснование и выбор оптимальных решений по организации, механизации и технологии выполнения строительно-монтажных работ.....	63
4.2.3. Технологические карты на ведущие строительно-монтажные работы.....	66
4.2.5. Обоснование принятого срока строительства и выбор формы календарного плана.....	69
4.2.6. Разработка календарного плана строительства объекта.....	69
4.2.7. Графики потребности в рабочих, строительных машинах, конструкциях и материалах.....	70
4.3. Строительный генеральный план объекта строительства.....	70
4.3.1. Общие соображения по проектированию стройгенплана.....	70
4.3.2. Обоснование размещения на стройгенплане монтажных кранов и путей их движения.....	71
4.3.3. Размещение на стройгенплане складов и определение потребности в них.....	72
4.3.4. Временные и используемые в период строительства дороги.....	73
4.3.5. Временные здания и сооружения.....	74
4.3.6. Временное водоснабжение объекта строительства.....	75
4.3.7. Временное энергоснабжение объекта строительства.....	76
4.3.8. Мероприятия по охране труда и технике безопасности, отражаемые в стройгенплане.....	77
4.4. Организация материально-технического.....	78
обеспечения строительства.....	78
5. Экономика строительства.....	80
6. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности.....	94
6.1. Вопросы охраны труда и безопасного производства работ.....	95

6.2. Характеристика опасностей, ожидаемых во время строительства объекта .	95
6.3. Решения по обеспечению безопасности наиболее опасных видов СМР	98
6.4. Указания по технике безопасности	99
6.5. Мероприятия по электробезопасности	99
6.6. Противопожарные мероприятия.....	100
7. НИР	101
7.1. Общие сведения.....	102
7.2. Оценка грунтовых условий участка застройки.....	103
7.3. Сбор нагрузок	106
7.4. Проектирование фундамента мелкого заложения	108
7.5. Проектирование свайных фундаментов	111
Список литературы	116

1. Архитектура

1.1. Исходные данные для проектирования

Строительство Медицинского реабилитационного центра будет производиться в г.Сочи. В районе строительства преобладает северный ветер. Сейсмический район – 6 баллов.

Участок строительства находится в курортном районе и определен генеральным планом города. В районе строительства находятся парки, санатории, дома отдыха и т.п. Рядом с участком нет шумных производств и магистралей. Участок находится в 5 минутах ходьбы от моря.

Участок строительства и прилегающие к нему территории имеют спокойный рельеф. На прилегающей территории находится уже сложившаяся жилая застройка из 5-ти и 9-ти этажных домов.

1.2. Генеральный план участка

Участок строительства правильной формы, с размерами в плане – 122x104 м. Фасадная сторона участка выходит на улицу Солнечная и ориентирована на север. Между участком строительства и прилегающими территориями проходят автодороги. Примыкающие улицы имеют маленькую плотность (интенсивность) движения.

Здание расположено в глубине участка и ориентировано фасадом на север. Ориентация здания принята согласно норм ориентации окон помещений больниц. Минимальное расстояние от корпуса до красной линии – 20 м. У въезда на участок предусмотрена открытая автостоянка, площадью около 400 м². Перед главным входом в центр устроена площадка для посетителей с газонами и скамейками. За главным корпусом устроена садово-парковая зона с аллеями для прогулок, шириной 2 м, беседками и цветниками. Все аллеи и площадки выложены фигурной тротуарной плиткой.

Вокруг корпуса, на расстоянии 12 м, устроен проезд, шириной 3,5 м с тротуарами, предназначенный для автотранспорта центра и спецтехники. Покрытие автостоянки, проезда и тротуаров выполнено из асфальтобетона.

Территория центра огорожена и имеет 2 входа (парадный и служебный) и 2 въезда. На въездах и на служебном входе установлены проходные.

Озеленение территории выполнено лиственными и хвойными высокорастущими деревьями, кустарниками, цветами и травой. Перед главным входом посажены хвойные деревья и цветник. Садово-парковая зона усажена лиственными и хвойными деревьями, кустарниками, цветами и травой.

Технико-экономические показатели генерального плана:

Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
Площадь участка	Га	1,27
Площадь застройки	м ²	1774,1
Площадь отмосток и тротуаров	м ²	2286,1
Площадь озеленения	м ²	8627,8
Коэффициент застройки		0,14
Коэффициент озеленения		0,68

2.3. Объемно-планировочное решение здания

Здание медицинского реабилитационного центра запроектировано в виде трех блоков, связанных между собой композиционно, технологическим и инженерным оборудованием, расположенных, между собой, в “шахматном” порядке. Крайние блоки имеют одинаковые размеры в плане – 26,4 х 21 м, а средний – 24 х 21 м. Здание имеет 6 этажа, подвал и тех этаж. Высота этажей – 3,3 м.

Средний блок и первые этажи крайних является административной частью. Здесь находится основная часть кабинетов, приемные, процедурные, столовая, буфет и т.п. На 2 – 4 этажах правого крыла расположены операционные, координаторские, наркозные и помещения вспомогательного назначения. Левое крыло – палаты стационара (на 1, 2 и 3 койки), сан комнаты.

Ширина помещений, «Больницы и поликлиники», принята не менее: для однокоечных палат – 2,9 м, кабинетов врачей и коридоров палатных отделений – 2,4 м, перевязочных и процедурных – 3,2 м, операционных – 5 м, коридоров в операционном блоке – 2,8 м, коридоры административно-хозяйственного блока – 1,5м.

Основные помещения центра имеют естественное освещение. Вторым, или искусственным светом освещаются санитарные узлы, складские помещения, фотолаборатория, клизменная, гигиенические ванны, душевые для персонала, комнаты личной гигиены женщин, наркозные, предоперационные, аппаратные. Коридоры палатных отделений освещаются естественным светом через окна, размещенные в торцевых стенах коридоров.

Ориентация по сторонам света окон помещений центра приняты согласно СНиП II-Л. 9-81 «Больницы и поликлиники»:

- *палаты* - ориентация на Ю, ЮВ, В; С и СЗ – не более 50 % количества коек в отделении.

- *операционные* - ориентация на С, СВ, СЗ.

Все операционные запроектированы на 1 операционный стол. Операционный блок имеет два изолированных отделения: септическое и асептическое.

В здании запроектированы пассажирские и грузовые лифты, в среднем блоке, и лестничные пролеты в каждом блоке.

Наименование показателей	Ед. изм.	Кол-во
Строительный объем	м ³	29030,4
Общая площадь	м ²	9918
Полезная площадь	м ²	5002,0
Коэффициент К-1		0,504
Коэффициент К-2		5,804

1.4. Конструктивное решение здания

Здание Медицинского реабилитационного центра запроектировано в конструкциях серии 1.020-1; каркасное с кирпичными самонесущими наружными стенами. Пространственная устойчивость здания обеспечивается собственной работой диафрагм жесткости и дисков перекрытий.

В проекте предусмотрено применение индустриальных изделий по действующим сериям типовых конструкций и деталям зданий.

Фундаменты. Монолитные железобетонные ростверки на свайном основании.

Элементы каркаса. Каркас здания из сборных железобетонных элементов серии 1.020-1. Колонны сечением 400x400. В железобетонных сборных конструкциях все металлические детали и соединения защищены слоем цементного раствора марки 100 толщиной 25 мм; открытые металлические конструкции и детали, находящиеся в здании, окрашены масляной краской за 2 раза по грунту из железного сурика на натуральной олифе.

Перекрытия. Перекрытия и покрытия – сборные железобетонные. До установки перегородок полости ребристых и монолитных участков перекрытий заполняются керамзитом марки 50, $\gamma = 1200 \text{ кгс/м}^3$.

Полы. Полы состоят из звукоизоляция – 25мм , выравнивающего слоя – 50 мм и покрытия (линолеум, плитка и т.п.).

Лестницы. Сборные железобетонные и из наборных железобетонных ступеней. Наружные пожарные лестницы - стальные. Ступени высотой – 150мм и шириной – 300 мм.

Стены. Стены подвала из сборных бетонных блоков. Конструкция подвальных стен рассчитана на усилия от бокового давления грунта $\gamma_p = 1700 \text{ кгс/м}^2$ и временной нагрузки на поверхности земли $P_{II} = 1000 \text{ кгс/м}^2$.

Наружные стены выше 0,000 – кирпичные, самонесущие, толщиной 510мм.

Все наружные поверхности стен подвала, а также все поверхности кирпичных стен подвальных каналов и приямков, соприкасающихся с грунтом покрыты горячим битумом за 2 раза. Обратная засыпка стен подвала выполняется после монтажа перекрытий над ним и устройства полов подвала.

Перемычки – монолитные железобетонные.

Перегородки. На 1 – 4 этажах - сборные гипсокартонные (RIGIPS), толщиной 80 и 100мм. В зависимости от назначения монтируется на одинарном или двойном каркасе, с однослойной или многослойной обшивкой, с различным по толщине слоем изоляции. Комбинируя перечисленные элементы, добиваются требуемых показателей по прочности и звукоизоляции. В случае необходимости перегородка может нести противопожарную функцию. Монтируются перегородки после окончания “мокрых” процессов (выравнивание пола нивелир-массой и т.п.) и нормализации влажностного режима в помещении.

В подвале и на тех этаже – кирпичные, в один кирпич.

Шахты лифтов из сборных железобетонных элементов.

Кровля. Совмещенная, рулонная с внутренним водостоком, утеплитель – Маты минераловатные толщиной 150 мм. Разуклонка выполняется из керамзитового гравия $\gamma = 500 \text{ кгс/м}^3$. Примыкание кровли к элементам конструкций приняты по серии 2.260-1.

Окна и двери. Окна и наружные двери – выполнены из алюминиевых термоизолированных профилей, отвечают всем требованиям нормативных документов для отапливаемых жилых и нежилых помещений (по звуко-, теплоизоляции, воздухо- и влагонепроницаемости и т.п.).

Для остекления фасада применяется алюминиевая система самонесущих, теплоизолированных и экономичных конструкций.

Холл - зимний сад – выполнен из алюминиевого профиля с энергосберегающими стеклопакетами.

Возможна установка в стеклопакеты декоративных элементов, тонированных и противоударных стекол.

1.5. Наружная и внутренняя отделка здания

Наружная отделка здания выполнена из фасадного красного кирпича с элементами декоративной штукатурки. Цоколь облицован природным камнем. Ступени фасадного входа облицованы морозостойкой, декоративной плиткой.

Палаты, кабинеты, операционные, коридоры, холлы и т.п. – окрашены дисперсионными красками. Санузлы, сан комнаты, стерилизационные, моечные и т.п. – ½ облицована плиткой и ½ окрашено дисперсионными красками.

1.6. Инженерное оборудование здания

Здание медицинского реабилитационного центра оборудован холодным водоснабжением из городского водопровода, горячим водоснабжением из бойлера, городской канализацией, центральным отоплением и

электроснабжением из городских электросетей. В здании также оборудовано мини АТС.

Вентиляция в здании принудительная, приточно-вытяжная. Приток воздуха в помещения осуществляется вентиляторами из вент камер, где он предварительно нагревается или охлаждается. Вытяжка осуществляется вентиляторами через венткамеру.

Здание оборудовано одним пассажирским лифтом, грузоподъемностью 350 кг и четырьмя грузопассажирскими – грузоподъемностью 1000 кг.

1.5 Расчет сопротивления паропрооницанию ограждающей конструкции

Определим послойное сопротивление паропрооницанию ограждающей конструкции наружной стены, исходя из предложенных по заданию решений.

Для этого определим термическое сопротивление теплопередаче для ограждающей конструкции

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

2. Исходные данные:

Район строительства: Сочи

Относительная влажность воздуха: $\varphi_{в}=55\%$

Тип здания или помещения: Общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_b=20^\circ\text{C}$

3. Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания $t_{\text{int}}=20^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi_{\text{int}}=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче Ro^{TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

$$Ro^{\text{mp}}=a \cdot \Gamma\text{COП}+b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены и типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов $a=0.0003$; $b=1.2$

Определим градусо-сутки отопительного периода $\Gamma\text{COП}$, $^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$\Gamma\text{COП}=(t_b-t_{\text{от}})z_{\text{от}}$$

где t_b -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^\circ\text{C}$

$$t_b=20^\circ\text{C}$$

$t_{\text{от}}$ -средняя температура наружного воздуха, $^\circ\text{C}$ принимаемые по таблице 1 СП 50.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$t_{\text{от}}=6.6^\circ\text{C}$$

$z_{\text{от}}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП 50.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8°C для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$z_{\text{от}}=94 \text{ сут.}$$

Тогда

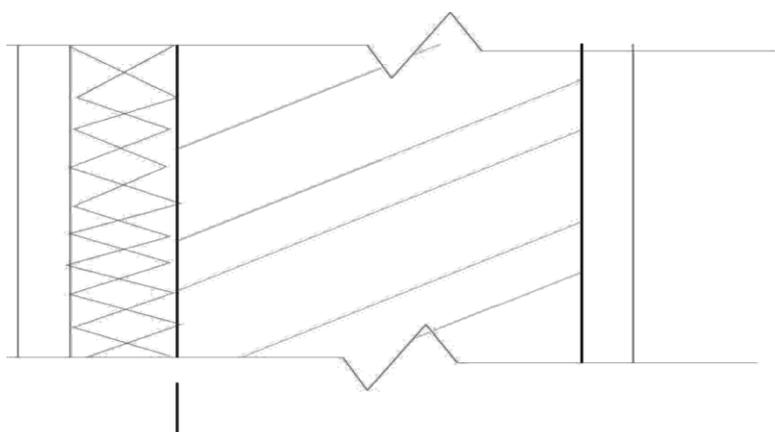
$$\Gamma\text{COП}=(20-(6.6))94=1259.6^\circ\text{C} \cdot \text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи R_0^{TP} ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$).

$$R_0^{норм} = 0.0003 \cdot 1259.6 + 1.2 = 1.58 m^2 \cdot ^\circ C / Вт$$

Поскольку населенный пункт Сочи относится к зоне влажности - влажной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП 50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке:



1. фасадная штукатурка ($\rho=1000$ кг/м.куб), толщина $\delta_1=0.01$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1}=0.3$ Вт/($m^\circ C$)

2. ROCKWOOL ФАСАД БАТТС Д, толщина $\delta_2=0.07$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2}=0.041$ Вт/($m^\circ C$)

3. Кладка из глиняного кирпича обыкновенного (ГОСТ 530) на ц.-п. р-ре, толщина $\delta_3=0.51$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3}=0.81$ Вт/($m^\circ C$)

4. Штукатурка ($\rho=1400$ кг/м.куб), толщина $\delta_4=0.01$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4}=0.64$ Вт/($m^\circ C$)

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{усл}$, ($m^2 \cdot ^\circ C / Вт$) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_0^{усл} = 1/\alpha_{int} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{ext}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/($m^2 \cdot ^\circ C$), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

$$\alpha_{int} = 8.7 \text{ Вт}/(m^2 \cdot ^\circ C)$$

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{\text{ext}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$ -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для наружных стен.

$$R_0^{\text{учл}}=1/8.7+0.01/0.3+0.07/0.041+0.51/0.81+0.01/0.64+1/23$$

$$R_0^{\text{учл}}=2.54\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$, ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^{\text{пр}}=R_0^{\text{учл}} \cdot r$$

r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r=0.92$$

Тогда

$$R_0^{\text{пр}}=2.54 \cdot 0.92=2.34\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$ больше требуемого $R_0^{\text{норм}}$ ($2.34 > 1.58$) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

1.5.5. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

Чердачное перекрытие.

Наружная температура -2°C . $R_{\text{тр}} = 2,34\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции R_0 , $\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$, определяем по формуле

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n},$$

где $\alpha_{в}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый по табл. 7 [6];

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°C/Вт, определяемое по формуле

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n = \sum R,$$

где R_1, R_2, \dots, R_n – термические сопротивления отдельных слоев

ограждающей конструкции, м²·°C/Вт, определяемые по формуле

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

где δ – толщина слоя, м;

λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м²·°C).

$\alpha_{н}$ – коэффициент теплоотдачи (для зимних условий) наружной поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м²·°C), принимаемый по табл. 6* [11] (в связи с отсутствием данных в заменяющем СНиПе).

Сопротивление теплопередаче перекрытия

$$R_1 = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum R + \frac{1}{\alpha_{н}},$$

где $\sum R = \sum \frac{\delta}{\lambda}$;

$$\alpha_{в} = 8,7; \quad \alpha_{н} = 12.$$

$$R_1 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,76} + \frac{0,005}{0,17} + \frac{0,1}{0,043} + \frac{0,2}{1,92} + \frac{1}{23} = 2,7 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}.$$

Перекрытие над подвалом.

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

2. Исходные данные:

Район строительства: Сочи

Относительная влажность воздуха: $\varphi_{в}=55\%$

Тип здания или помещения: Лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты

Вид ограждающей конструкции: Перекрытия над неотапливаемыми подпольями, расположенных ниже уровня земли

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_{в}=20^{\circ}\text{C}$

3. Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания $t_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\varphi_{\text{int}}=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче Ro^{TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

$$Ro^{\text{mp}} = a \cdot \text{ГСОП} + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида - перекрытия над неотапливаемыми подпольями, расположенных ниже уровня земли и типа здания - лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты $a=0.00045; b=1.9$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$\text{ГСОП} = (t_{в} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}}$$

где $t_{в}$ - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$$

$t_{от}$ -средняя температура наружного воздуха, °С принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых.

$$t_{ов}=7.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$z_{от}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых.

$$z_{от}=129 \text{ сут.}$$

Тогда

$$ГСОП=(20-(7.2))129=1651.2 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи $R_o^{тр}$ ($\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$).

$$R_o^{норм}=0.00045\cdot 1651.2+1.9=2.64\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку произведен расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания то сопротивление теплопередаче $R_o^{норм}$ может быть меньше нормируемого $R_o^{тр}$, на величину m_p

$$R_o^{норм}=R_o^{тр}0.8$$

$$R_o^{норм}=2.11\text{м}^2\cdot^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Сочи относится к зоне влажности - влажной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке:

1.Линолеум теплоизолирующий ГОСТ 18108($\rho=1800\text{кг}/\text{м.куб}$), толщина $\delta_1=0.005\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1}=0.38\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

2.Раствор цементно-песчаный, толщина $\delta_2=0.05\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2}=0.93\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{C})$

4. ISOVER ЗвукоЗащита, толщина $\delta_4=0.025\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4}=0.044\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$

3. Битумы нефтяные (ГОСТ 6617, ГОСТ 9548) ($\rho=1200\text{кг}/\text{м.куб}$), толщина $\delta_3=0.007\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3}=0.22\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$

4. Железобетон (ГОСТ 26633), толщина $\delta_6=0.22\text{м}$, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б6}=2.04\text{Вт}/(\text{м}^\circ\text{С})$

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{усл}}$, ($\text{м}^2\text{°С}/\text{Вт}$) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_0^{\text{усл}} = 1/\alpha_{\text{int}} + \delta_n/\lambda_n + 1/\alpha_{\text{ext}}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$, принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

$$\alpha_{\text{int}} = 8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°С})$$

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{\text{ext}}=6$ -согласно п.4 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для перекрытий над неотапливаемыми подпольями, расположенных ниже уровня земли.

$$R_0^{\text{усл}} = 1/8.7 + 0.005/0.38 + 0.05/0.93 + 0.007/0.22 + 0.025/0.044 + 0.08/0.064 + 0.22/2.04 + 1/6$$

$$R_0^{\text{усл}} = 2.31 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$, ($\text{м}^2\text{°С}/\text{Вт}$) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r$$

r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r = 0.92$$

Тогда

$$R_0^{\text{пр}} = 2.31 \cdot 0.92 = 2.13 \text{ м}^2\text{°С}/\text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{пр}$ больше требуемого $R_0^{норм}$ ($2.13 > 2.11$) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

4Окна.

Наружная температура -3°C .

Проектом предусмотрено применение теплозащитных окон с однокамерным стеклопакетом и теплоотражающим покрытием на внутреннем стекле с приведенным сопротивлением теплопередаче

$$R_4 = 0,51 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

1. Наружные двери.

Металлические с утеплителем из пенополистирола, внутренний слой-ДВП.

$$R_5 = \frac{1}{8,7} + \frac{0,0015}{58} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,012}{0,13} + \frac{1}{12} = 1,51 \text{ м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}.$$

Покрывиме

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

2. Исходные данные:

Район строительства: Сочи

Относительная влажность воздуха: $\varphi_v = 55\%$

Тип здания или помещения: Лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты

Вид ограждающей конструкции: Покрытия

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания: $t_v = 20^{\circ}\text{C}$

3. Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания $t_{int}=20^{\circ}\text{C}$ и относительной влажности воздуха $\phi_{int}=55\%$ влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче Ro^{TP} исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

$$Ro^{mp}=a \cdot ГСОП + b$$

где a и b - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- покрытия и типа здания -лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты $a=0.0005; b=2.2$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП, $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$ по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$\text{ГСОП}=(t_{в}-t_{от})z_{от}$$

где $t_{в}$ -расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, $^{\circ}\text{C}$

$$t_{в}=20^{\circ}\text{C}$$

$t_{от}$ -средняя температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$ принимаемые по таблице 1 СП 31.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10°C - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых.

$$t_{об}=7.2^{\circ}\text{C}$$

$z_{от}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП 31.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10°C - при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых.

$$z_{от}=129 \text{ сут.}$$

Тогда

$$\text{ГСОП}=(20-(7.2))129=1651.2^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи Ro^{TP} ($\text{м}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$).

$$R_0^{\text{норм}}=0.0005 \cdot 1651.2+2.2=3.03 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Поскольку произведен расчет удельного расхода тепловой энергии на отопление здания то сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{норм}}$ может быть меньше нормируемого $R_0^{\text{тп}}$, на величину m_p

$$R_0^{\text{норм}}=R_0^{\text{тп}} \cdot 0.8$$

$$R_0^{\text{норм}}=2.42 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Сочи относится к зоне влажности - влажной, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации Б.

Схема конструкции ограждающей конструкции показана на рисунке:

1. Гравий керамзитовый ГОСТ 9757 ($\rho=600$ кг/м.куб), толщина $\delta_1=0.01$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б1}=0.19$ Вт/(м°С)

2. Рубероид (ГОСТ 10923), толщина $\delta_2=0.005$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б2}=0.17$ Вт/(м°С)

3. Раствор цементно-песчаный, толщина $\delta_3=0.02$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б3}=0.93$ Вт/(м°С)

4. Маты минераловатные ГОСТ 9573 ($\rho=225$ кг/м.куб), толщина $\delta_4=0.15$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б4}=0.082$ Вт/(м°С)

5. Гравий керамзитовый ГОСТ 9757 ($\rho=250$ кг/м.куб), толщина $\delta_5=0.1$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б5}=0.12$ Вт/(м°С)

6. Железобетон (ГОСТ 26633), толщина $\delta_6=0.22$ м, коэффициент теплопроводности $\lambda_{Б6}=2.04$ Вт/(м°С)

Условное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{усл}}$, (м²°С/Вт) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_0^{\text{усл}}=1/\alpha_{\text{int}}+\delta_n/\lambda_n+1/\alpha_{\text{ext}}$$

где α_{int} - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²°С), принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

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

α_{ext} - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$$\alpha_{\text{ext}}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C}) \text{ -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для покрытий.}$$

$$R_0^{\text{учл}}=1/8.7+0.01/0.19+0.005/0.17+0.02/0.93+0.15/0.082+0.1/0.12+0.22/2.04+1/23$$

$$R_0^{\text{учл}}=3.03 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$, ($\text{м}^2\text{°C}/\text{Вт}$) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^{\text{пр}}=R_0^{\text{учл}} \cdot r$$

r -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r=0.92$$

Тогда

$$R_0^{\text{пр}}=3.03 \cdot 0.92=2.79 \text{ м}^2\text{°C}/\text{Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче $R_0^{\text{пр}}$ больше требуемого $R_0^{\text{норм}}$ ($2.79 > 2.42$) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

2. Конструкции

Надземные конструкции

2.1. Обоснование расчетной схемы

Основой несущего каркаса является плоская би-ярусная 4-х пролетная рама. Стойки рамы постоянного сечения (400 х 400). Ригели таврового сечения, полкой вниз. Крепление ригелей к стойкам выполняется по укороченным консолям. Этот узел в расчетной схеме моделируется шарнирно. Для обеспечения жесткости рамы в своей плоскости её второй пролет по всем ярусам заполнен сплошными диафрагмами, толщиной 14 см. Расчет рамы выполнен на основе метода конечных элементов. При этом стойки моделируются элементами стержневого типа (тип 2), ригели, шарнирно закрепленными по концам, моделируются так же стержневыми элементами, диафрагмы моделируются балками-стенками (тип 21), где каждый узел имеет 2 степени свободы.

Рама рассчитывается на 6 вариантов загрузки:

- 1 – действие постоянной нагрузки;
- 2 – действие снеговой нагрузки;
- 3 и 4 – два варианта действия полезной нагрузки;
- 5 – действие ветра слева;
- 6 – действие ветра справа.

В результате расчета получена таблица внутренних усилий. В стойках эти усилия вычислены в концевых сечениях элемента. В ригеле в 5-ти сечениях по длине элемента. В балках стенках подвала и первого этажа (наиболее нагруженные) усилия вычислены в 20-ти конечных элементах.

В стойках и ригелях в каждом сечении получены три вида усилий:

- 1 – продольная сила – N , кН;
- 2 – изгибающий момент – M , кН·м;
- 3 – поперечная сила – Q , кН.

В элементах балки стенки усилия вычислены в центре каждого конечного элемента и представляет собой напряжения:

$$NX \rightarrow \sigma_x ; NZ \rightarrow \sigma_z ; TXZ \rightarrow \tau_{xy}.$$

Для того чтобы перейти от напряжения к усилиям необходимо элемент интенсивности умножить на площадь.

Для проектирования элементов рамы на печать выведены усилия в каждом нагруженном её элементе от всех вариантов загрузки.

По этим результатам составляется расчет сочетания усилий, определяющие величины экстремальных усилий. Кроме усилий получены также величины перемещений узлов рамы от всех факторов загрузки по которым можно судить о деформативном состоянии сооружения.

2.2. Нагрузки

а) Постоянная (вес конструкций):

- вес 1 м.п. стоек сечением 400х400 мм:

$$g_{\text{ст}} = A \cdot G \cdot \gamma_f = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 25 \cdot 1,1 = 4,4 \text{ кН/мп}$$

- вес 1 м.п. ригеля:

$$g_{\text{риг}} = A \cdot G \cdot \gamma_f = (0,4 \cdot 0,25 + 0,2 \cdot 0,2) \cdot 25 \cdot 1,1 = 3,85 \text{ кН/мп}$$

- вес 1 м² диафрагмы ($D_{\text{диаф}} = 140 \text{ мм}$):

$$g_{\text{диаф}} = G \cdot D \cdot \gamma_f = 25 \cdot 0,14 \cdot 1,1 = 3,85 \text{ кН/м}^2$$

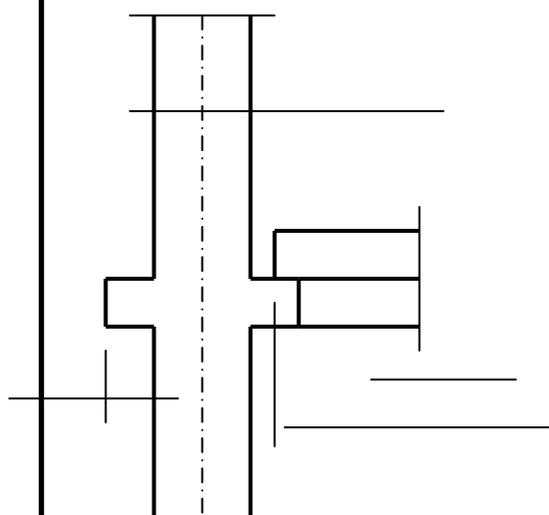
- нагрузка на 1 м.п. ригеля от перекрытия:

$$g_{\text{пер}} = g_{\text{риг}} + g_{\text{пер}} \cdot b = 3,85 + 3,34 \cdot 6 = 23,89 \text{ кН/мп}$$

- нагрузка на 1 м.п. ригеля от покрытия:

$$g_{\text{пок}} = g_{\text{риг}} + g_{\text{пок}} \cdot b = 3,85 + 4,35 \cdot 6 = 29,95 \text{ кН/мп.}$$

Определим величины моментов, действующих на стойки, от веса конструкций из-за эксцентричного приложения усилия от ригеля:



$$M = R \cdot e = 0,275 \cdot R$$

В каждом узле крепления ригеля определяем реакцию R от действия нагрузки на 1 м.п. ригеля по формуле $R = 0,5 \cdot l \cdot g$; а затем момент $\pm M = 0,275 \cdot 0,5 \cdot l \cdot g = 0,1375 \cdot l \cdot g$.

От перекрытия:

Узлы 28, 29 и 36:

$$M_{28} = 0,1375 \cdot 6,0 \cdot 23,89 = 19,71 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Узлы 34 и 35:

$$M_{35} = -M_{28} + 0,1375 \cdot 3,0 \cdot 23,89 = -19,71 + 9,855 = -9,855 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Эти моменты сохраняют свою величину до 5-го этажа включительно.

От покрытия:

Узлы 91 , 92 и 99:

$$M_{91} = 0,1375 \cdot 6,0 \cdot 29,95 = 24,71 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Узлы 98 и 97:

$$M_{98} = - M_{91} + 0,1375 \cdot 3,0 \cdot 29,95 = - 24,71 + 12,35 = - 12,35 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

б) Временная нагрузка:

1) Снеговая ($P_{\text{сн}}^{\text{н}} = 0,5 \text{ кН/м}^2$; $\gamma = 1,4$; $P_{\text{сн}}^{\text{п}} = 0,7 \text{ кН/м}^2$)

На 1 м.п. покрытия:

$$P_{\text{сн}} = P_{\text{сн}}^{\text{п}} \cdot b = 0,7 \cdot 6,0 = 4,2 \text{ кН/м.п.}$$

Узловые моменты:

Узлы 91 , 92 и 99: $M_{91}^{\text{сн}} = 0,1375 \cdot 6,0 \cdot 4,2 = 3,465 \text{ кН}\cdot\text{м}$

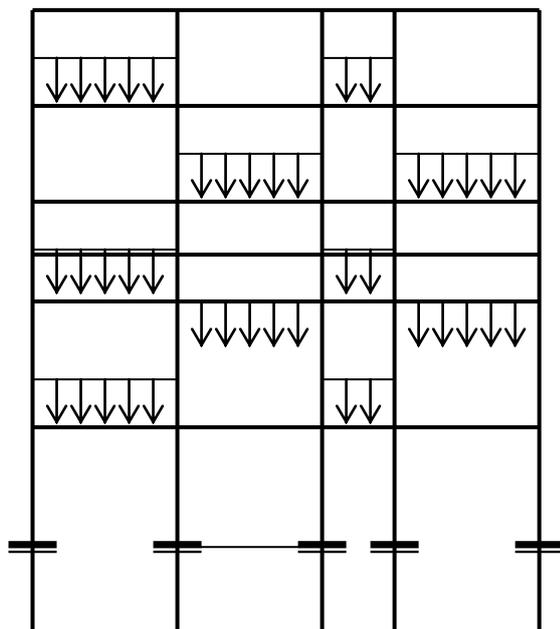
Узлы 98 и 97: $M_{98}^{\text{сн}} = - 3,465 + 1,733 = -1,733 \text{ кН}\cdot\text{м.}$

2) Полезная ($P_{\text{н}} = 2\text{кН/м}^2$; $\gamma_f = 1,2$; $p = 2,4 \text{ кН/м}^2$):

Рассмотрим два варианта действия полезной нагрузки:

2-а : полезная нагрузка на всех ригелях схемы рамы;

2-б : полезная нагрузка в шахматном порядке согласно схемы.



На 1 м.п. ригеля перекрытия:

$$P = 2,4 \cdot 6,0 = 14,4 \text{ кН}$$

Узловые моменты:

Узлы 28 , 29 и 36:

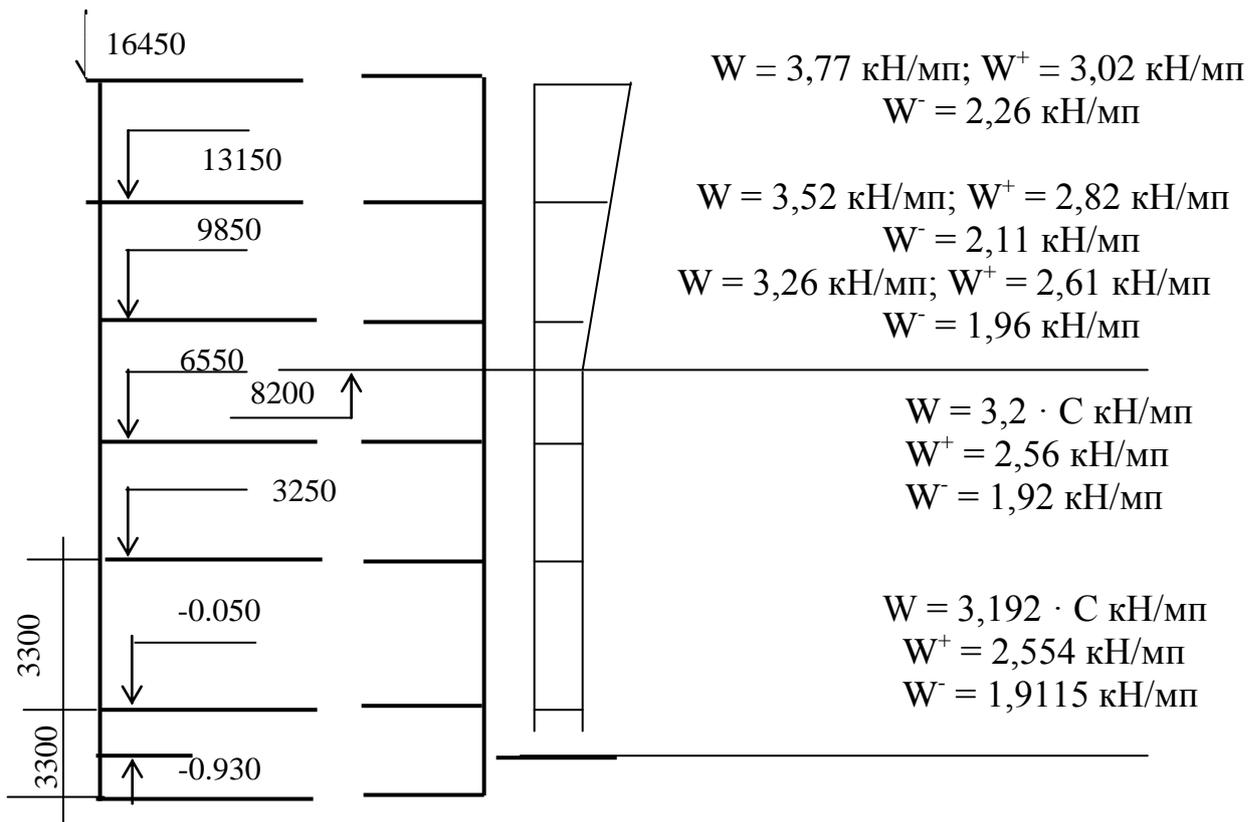
$$M_{28}^{\text{сн}} = 0,1375 \cdot 6,0 \cdot 14,4 = 11,88 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Узлы 34 и 35:

$$M_{34}^{\text{сн}} = 0,1375 \cdot 3,0 \cdot 14,4 = - 5,94 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

3) Ветровая нагрузка

$$(W_o^{\text{н}} = 0,38 \text{ кН/м}^2; W_o = W_o^{\text{н}} \cdot \gamma_f \cdot b = 0,38 \cdot 1,4 \cdot 6,0 = 3,192 \text{ кН/мп})$$



2.3. Расчет и конструирование колонны

Рабочая высота сечения $h_0 = h - a = 400 - 40 = 360$ мм. Расчет железобетонных элементов по прочности выполняют на действие одного из двух видов сочетаний нагрузок:

- комбинация “а” включает действие всех нагрузок, кроме нагрузок непродолжительного действия;
- комбинация “б” включает и нагрузки непродолжительного действия.

Так как есть усилие от ветровой нагрузки, считаем по комбинации “б”, то есть на действие всех нагрузок с коэффициентом условий работы $\gamma_{b2} = 1,1$ и $R_b = 16$ МПа.

Элемент 1

Проверим необходимость расчета прогиба элемента:

$$l_0 / h = 5000 / 400 = 12,5 > 4.$$

Вычисляем прогиб:

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{(l_0 / h)^2} \left[\frac{0,11 / (0,1 + \delta l) + 0,1}{3 \cdot \phi l} \right] + \mu \cdot \alpha \left(\frac{h_0 - a'}{h} \right) =$$

$$= 1,6 \cdot 2,7 \cdot 10^4 \cdot 400 \cdot 400 / 156,25 [(0,11 / (0,1 + 0,20) + 0,1) / (3 \cdot 1,0) + 0,01 \cdot 7,4 \cdot ((0,36 - 0,04) / 0,4)^2] = 6237 \cdot 10^3 \text{ Н} = 6237 \text{ кН}$$

где: $\varphi_1 = 1,0$;

$$\beta = 1,0; e_o = M / N = 16,02 \cdot 10^6 / 648,78 \cdot 10^3 = 24,69 \text{ мм};$$

$e_a = h / 30 = 400 / 30 = 13,33 \text{ мм}$ – случайный эксцентриситет;

$e_o = 24,69 \text{ мм} \gg e_a = 13 \text{ мм}$ – в расчете учитываем только e_o ;

$$\delta_1 = e_o / h = 24,69 / 400 = 0,06;$$

$$\delta_{1,\min} = 0,5 - 0,01 \cdot l_o / h - 0,01 \cdot R_b = 0,5 - 0,01 \cdot (5000 / 400) - 0,01 \cdot 16 = 0,20; \delta_1 = 0,06 < \delta_{1,\min} = 0,20, \text{ принимаем } \delta_1 = 0,20; \mu = 0,01;$$

$$\alpha = E_s / E_b = 20 \cdot 10^4 / (2,7 \cdot 10^4) = 7,4.$$

Коэффициент учитывающий влияние продольного изгиба:

$$\eta = 1 / (1 - N / N_{cr}) = 1 / (1 - 648,78 / 6237) = 1,116$$

$$e_o = 24,69 \cdot 1,116 = 27,55 < 1 / 3 \cdot h_o = 1 / 3 \cdot 360 = 120 \text{ мм}$$

случай малого эксцентриситета.

$$e = 24,69 \cdot 1,116 + (360 - 40) / 2 = 187,55 \text{ мм}$$

Относительная величина продольной силы:

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_o} = \frac{648,78 \cdot 10^3}{16 \cdot 400 \cdot 360} = 0,28 ;$$

Относительная величина изгибающего момента:

$$\alpha_{m1} = \frac{N \cdot e}{R_b \cdot b \cdot h} = \frac{648,78 \cdot 10^3 \cdot 178,55}{16 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,34$$

$$\delta = a' / h_o = 40 / 360 = 0,111$$

$$A_s = A_s' = \frac{R_b \cdot b \cdot h_o}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{m1} - \alpha_n (1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \delta} = 16 \cdot 400 \cdot 360 / 365 \cdot (0,34 - 0,28 (1 - 0,5 \cdot 0,3)) / (1 - 0,111) = 725 \text{ мм}^2$$

Процент армирования:

$$\mu = (A_s + A_s') / b \cdot h_o = 2 \cdot 725 / (400 \cdot 360) = 0,0101 > 0,01$$

пересчитывать не требуется.

Армируем каждую грань **2Ø22** с $A_s = 760 \text{ мм}^2$.

Элемент 31

Проверим необходимость расчета прогиба элемента:

$$l_o / h = 5000 / 400 = 12,5 > 4.$$

Вычисляем прогиб:

$$N_{cr} = \frac{1,6 \cdot E_b \cdot b \cdot h}{(l_o / h)^2} \left[\frac{0,11 / (0,1 + \delta_l) + 0,1}{3 \cdot \varphi_l} + \mu \cdot \alpha \left(\frac{h_o - a'}{h} \right) \right] =$$

$$= 1,6 \cdot 2,7 \cdot 10^4 \cdot 400 \cdot 400 / 156,25 [(0,11 / (0,1 + 0,20) + 0,1) / (3 \cdot 1,0) + 0,01 \cdot 7,4 \cdot ((0,36 - 0,04) / 0,4)^2] = 6237 \cdot 10^3 \text{ Н} = 6237 \text{ кН}$$

где: $\varphi_l = 1,0$; $\beta = 1,0$; $e_o = M / N = 5,86 \cdot 10^6 / 1036,5 \cdot 10^3 = 5,65 \text{ мм}$;
 $e_a = h / 30 = 400 / 30 = 13,33 \text{ мм}$ – случайный эксцентриситет; $e_o = 5,65 \text{ мм} < e_a = 13 \text{ мм}$ – в расчете учитываем только e_a ;
 $\delta_l = e_o / h = 13,33 / 400 = 0,033$; $\delta_{l,min} = 0,5 - 0,01 \cdot l_o / h - 0,01 \cdot R_b = 0,5 - 0,01 \cdot (5000 / 400) - 0,01 \cdot 16 = 0,20$; $\delta_l = 0,033 < \delta_{l,min} = 0,20$, принимаем $\delta_l = 0,20$;
 $\mu = 0,01$;
 $\alpha = E_s / E_b = 20 \cdot 10^4 / (2,7 \cdot 10^4) = 7,4$.

Коэффициент учитывающий влияние продольного изгиба:

$$\eta = 1 / (1 - N / N_{cr}) = 1 / (1 - 1036,5 / 6237) = 1,199$$

$e_o = 13,33 \cdot 1,199 = 15,98 < 1 / 3 \cdot h_o = 1 / 3 \cdot 360 = 120 \text{ мм}$
случай малого эксцентриситета.
 $e = 13,33 \cdot 1,199 + (360 - 40) / 2 = 175,98 \text{ мм}$

Относительная величина продольной силы:

$$\alpha_n = \frac{N}{R_b \cdot b \cdot h_o} = \frac{1036,5 \cdot 10^3}{16 \cdot 400 \cdot 360} = 0,22;$$

Относительная величина изгибающего момента:

$$\alpha_{ml} = \frac{N \cdot e}{R_b \cdot b \cdot h} = \frac{1036,5 \cdot 10^3 \cdot 175,98}{16 \cdot 400 \cdot 360^2} = 0,45$$

$$\delta = a' / h_o = 40 / 360 = 0,111$$

$$A_s = A_s' = \frac{R_b \cdot b \cdot h_o}{R_s} \cdot \frac{\alpha_{ml} - \alpha_n (1 - 0,5 \cdot \alpha_n)}{1 - \delta} =$$

$$= 16 \cdot 400 \cdot 360 / 365 \cdot (0,45 - 0,22 (1 - 0,5 \cdot 0,22)) / (1 - 0,111) = 937 \text{ мм}^2$$

Процент армирования:

$$\mu = (A_s + A_s') / b \cdot h_o = 2 \cdot 937 / (400 \cdot 360) = 0,0105 > 0,01$$

пересчитывать не требуется.

Армируем каждую грань 2Ø25 с $A_s = 982 \text{ мм}^2$.

2.4. Расчет и конструирование ригеля

Элемент 43

1. Расчет прочности сечения, нормальной к продольной оси ригеля, в пролете

Поскольку сжатая зона расположена сверху, сечение будем рассматривать как прямоугольное шириной $b = 20 \text{ см}$. Рабочая высота сечения, предполагая диаметр продольной арматуры $d = 28 \text{ мм}$, $h_0 = 45 - 3 - 0,5 \cdot 2,8 = 40,6 \text{ см}$.

Теперь последовательно вычисляем:

$$\omega = \alpha_1 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,728$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{365}{500} \cdot (1 - \omega / 1,1)} = 0,728 / (1 + 365/500 \cdot (1 - 0,728 / 1,1)) = \frac{0,728}{1 + \sigma_s R / \sigma_{scu} (1 - \omega / 1,1)} = 0,584$$

$$A_R = \xi_R \cdot (1 - 0,5 \xi_R) = 0,584 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,584) = 0,414$$

ё как $A_0 = M / (b \cdot h_0^2 \cdot R_b) = 17\,230\,000 / (20 \cdot 40,6^2 \cdot 15,3 \cdot 100) = 0,297 < 0,414$,

то $\xi = 0,362$ и требуемая площадь сечения растянутой арматуры

$$A_s = \xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_b / R_s = 0,362 \cdot 20 \cdot 40,6 \cdot 15,3 / 365 = 12,29 \text{ см}^2.$$

Принимаем 2Ø28 А-400, $A_s = 12,32 \text{ см}^2$, что составляет $\mu = A_s / (b \cdot h_0) = 12,32 / (20 \cdot 40,6) = 0,015$.

Монтажную арматуру сверху принимаем 2Ø12 А-400, $A_s' = 2,26 \text{ см}^2$.

2. Расчет прочности сечения, нормального к продольной оси ригеля, на опоре

По концам ригель имеет нижние подрезки. Поскольку часть ригеля на высоте подрезки включить в работу на сжатие трудно, то в расчете

принимая прямоугольное сечение ригеля шириной $b = 20$ см и высотой $h = 30$ см. Предполагая диаметр рабочей арматуры на опоре 20 мм, рабочая высота сечения $h_0 = 30 - 2 - 0,5 \cdot 2 = 27$ см.

По изгибающему моменту вычисляем $A_0 = 5\,500\,000 / (20 \cdot 27^2 \cdot 15,3 \cdot 100) = 0,247$,

$\xi = 0,288$, тогда требуемая площадь арматуры на опоре $A_s = 0,288 \cdot 20 \cdot 27 \cdot 15,3 / 365 = 6,52$ см².

Принимаем стержни 2Ø22 А-400, $A_s = 7,6$ см², что составляет $\mu = A_s / (b \cdot h_0) = 7,6 / (20 \cdot 27) = 0,014$.

3. Расчет прочности сечения, наклонного к продольной оси ригеля

В качестве расчетного принимаем сечение у опоры размерами $b \cdot h = 20 \cdot 30$ см, в котором действует расчетная поперечная сила $Q = 115$ кН. При диаметре продольных стержней 28 мм, поперечные стержни - Ø22 А-400. Их шаг на пропорциональном участке предварительно принимаем по конструктивным соображениям

$$s = 0,5 \cdot h = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ см.}$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847 ;$$

$$\alpha = E_s / E_b = 200\,000 / 29\,000 = 6,9 ;$$

$$A_{sw} = 2 \cdot 0,785 = 1,57 \text{ см}^2 ;$$

$$\mu_w = A_{sw} / b \cdot s = 1,57 / 20 \cdot 15 = 0,005 ;$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 6,9 \cdot 0,005 = 1,18 < 1,3 .$$

Проверяем условие: $Q = 145\,600 \text{ Н} < 0,3 \cdot 1,18 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \cdot 20 \cdot 27 \cdot 100 = 247\,887 \text{ Н}$. Оно соблюдено, поэтому принятые размеры достаточны.

Условие $Q = 145\,600 \text{ Н} > 0,6 \cdot 1,08 \cdot 20 \cdot 27 (1 + 0 + 0) 100 = 34\,992 \text{ Н}$ не соблюдено, поэтому расчет поперечной арматуры необходим.

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot n \cdot f_w / s = 290 \cdot 1,57 \cdot 100 / 15 = 2983 \text{ Н/см}$$

$$c_0 = \sqrt{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2 / q_{sw}} = \sqrt{2 \cdot (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100 / 2983} = 32,5 \text{ см}$$

Так как $h_0 = 27 \text{ см} < c_0 = 32,5 \text{ см} < 2 h_0 = 2 \cdot 27 = 54 \text{ см}$, то опасной длиной проекции наклонной трещины можно считать $c_0 = 32,5 \text{ см}$.

Определяем поперечную силу, которую может выдержать рассматриваемое сечение

$$Q_{sw} = 2 \sqrt{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_0^2} \cdot q_{sw} =$$

$$= 2 \sqrt{2 \cdot (1 + 0 + 0)} 1,08 \cdot 20 \cdot 272 \cdot 2983 \cdot 100 = 193\,848 \text{ Н} > Q = 145\,600 \text{ Н.}$$

Несущая способность сечения обеспечена с некоторым запасом.

$$q_{sw} = Q^2 / [4 q_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2] = 145\,600^2 / [4 \cdot 2 (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2 \times \times 100] = 1683 \text{ Н/см}$$

Требуемый для обеспечения прочности сечения без излишнего запаса шаг поперечных стержней:

$$s = R_{sw} \cdot n \cdot f_w / q_{sw} = 290 \cdot 1,57 \cdot 100 / 1683 = 26,6 \text{ см}$$

Максимально допустимый шаг:

$$s_{max} = 0,75 \cdot \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2 / Q = 0,75 \cdot 2 (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100 / 145\,600 = 16,2 \text{ см}$$

Увеличивать принятый шаг $s = 15 \text{ см}$ нельзя. Таким образом, прочность наклонного сечения при принятой поперечной арматуре обеспечена. Однако по конструктивным соображениям вблизи подрезки к нижним продольным стержням необходимо приварить наклонные стержни **2Ø22 А-400**.

4. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля в пролете

Предварительно вычислим геометрические характеристики приведенного сечения.

$$\text{Площадь } A_{red} = 25 \cdot 40 + 20 \cdot 20 + 6,9 \cdot (12,32 + 2,26) = 1500 \text{ см}^2.$$

Статический момент относительно нижней грани

$$S_{red} = 20 \cdot 45^2 / 2 + 2 \cdot 10 \cdot 25^2 / 2 + 6,9 (12,32 \cdot 4,5 + 2,26 \cdot 42,4) = 27\,549 \text{ см}^3.$$

Расстояние от нижней грани до центра тяжести сечения

$$y_{red} = S_{red} / A_{red} = 27\,549 / 1500 = 18,4 \text{ см.}$$

Момент инерции

$$I_{red} = 20 \cdot 45^3 / 12 + 20 \cdot 45 \cdot 4,1^2 + 20 \cdot 25^3 / 12 + 20 \cdot 25 \cdot 5,9^2 + 6,9 \cdot [2,26 (42,4 - 18,4)^2 + 12,32 (18,4 - 4,5)^2] = 235\,889 \text{ см}^4.$$

$$\text{Момент сопротивления } W_{red} = I_{red} / y_{red} = 235\,889 / 18,4 = 12\,820 \text{ см}^3.$$

$$\text{Упругопластический момент сопротивления при } \gamma = 1,75 \quad W_{pl} = 1,75 \cdot 12\,820 = 22\,435 \text{ см}^3.$$

$$\text{Так как момент образования трещин } M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{гр} = 1,8 \cdot 22\,435 \cdot 100 + 0 =$$

$$= 4\,038\,300 \text{ Н} \cdot \text{см} = 40,383 \text{ кН} \cdot \text{м} < M = 119 \text{ кН} \cdot \text{м}, \text{ т.е. условие } M_{crc} \geq M_{гр} \text{ не соблюдено, трещины в сечении, нормальном к продольной оси}$$

элемента, образуются. Следовательно необходим расчет по раскрытию трещин.

Сначала определяем ширину продолжительного раскрытия трещин от постоянной и длительной нагрузки ($M = 71 \text{ кН}\cdot\text{м}$).

$$\delta_m = M_{\text{tot}} / b \cdot h_o^2 \cdot R_{b,\text{ser}} = 7\,100\,000 / [20 \cdot 40,6^2 \cdot 22 \cdot 100] = 0,098.$$

Так как сечение прямоугольное ($b_f' = b_f$), то:

$$\varphi_f = \frac{(b_f' - b) h_f' + (A_s' + A_{sp}') \alpha / (2 \cdot \nu)}{b \cdot h_o} = (0 + 6,9 / (2 \cdot 0,15) 2,26) / [20 \cdot 40,6] = 0,064$$

$$h_f' = 2 \cdot a = 2 \cdot 1,6 = 3,2 \text{ см}$$

$$\lambda = \varphi_f (1 - h_f' / (2 \cdot h_o)) = 0,064 (1 - 3,2 / (2 \cdot 4,06)) = 0,06$$

$$\xi = \frac{1}{\beta + [1 + 5 (\delta_m + \lambda)] / (10 \cdot \mu \cdot a)} = 1 / [1,8 + (1 + 5 (0,098 + 0,06)) / (10 \cdot 0,015 \cdot 6,9)] = 0,273$$

Плечо внутренней пары сил:

$$z = 40,6 [1 - (3,2 / 40,6 \cdot 0,064 + 0,273^2) / (2 (0,064 + 0,273))] = 35,7 \text{ см}$$

Напряжение в растянутой арматуре:

$$\sigma_s = M / (A_s \cdot z) = 7\,100\,000 / (12,32 \cdot 35,7 \cdot 100) = 161 \text{ МПа}$$

Ширина продолжительного раскрытия нормальных трещин в пролете:

$$a_{\text{кр}} = 1 (1,6 - 15 \cdot 0,015) 1 \cdot 161 / 200\,000 \cdot 20 (3,5 - 100 \cdot 0,015) \sqrt{28} = 0,14 \text{ мм}$$

$$0,14 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм}$$

Для определения приращения ширины раскрытия от кратковременной нагрузки

($M = 48 \text{ кН}\cdot\text{м}$), вычисляем коэффициенты:

$$\delta_m = 4\,800\,000 / (20 \cdot 40,62 \cdot 22 \cdot 100) = 0,066;$$

$$\varphi_f = (0 + 6,9 / (2 \cdot 0,45) 2,26) / [2 \cdot 40,6] = 0,021;$$

$$\lambda = 0,021 (1 - 3,2 / (2 \cdot 4,06)) = 0,02;$$

$$\xi = 1 / [1,8 + (1 + 5 (0,066 + 0,02)) / (10 \cdot 0,015 \cdot 6,9)] = 0,314.$$

Плечо внутренней пары сил:

$$z = 40,6 [1 - (3,2 \cdot 0,021 / 40,6 + 0,314^2) / (2 (0,021 + 0,314))] = 34,5 \text{ см}$$

Напряжение в арматуре:

$$\sigma_s = 4\,800\,000 / (12,32 \cdot 34,5 \cdot 100) = 113 \text{ МПа}$$

Тогда приращение $\Delta a_{\text{crc}} = 1 \times 1 \times 1 \times 113 / 200\,000 \times 20 (3,5 - 100 \times 0,015) \sqrt{28} = 0,07$ мм и ширина непродолжительного раскрытия трещин $a_{\text{crc1}} = a_{\text{crc2}} + \Delta a_{\text{crc}} = 0,14 + 0,07 = 0,21 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм}$.

Таким образом, ширина трещин в пролете ригеля, нормальных к его продольной оси, не превышает допустимую.

5. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля на опоре

Площадь приведенного сечения $A_{\text{red}} = 20 \times 30 + 6,9 \times 7,6 = 652 \text{ см}^2$.

Статический момент этого сечения относительно верхней грани

$$S_{\text{red}} = 20 \times 30 \times 0,5 + 6,9 \times 7,6 \times 3 = 9157 \text{ см}^3.$$

Расстояние от верхней грани до центра тяжести сечения

$$y_{\text{red}} = 9157 / 652 = 14 \text{ см}.$$

Момент инерции сечения

$$I_{\text{red}} = 20 \times 30^3 / 12 + 20 \times 30 \times 1^2 + 6,9 \times 7,6 (14 - 3)^2 = 51\,945 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления $W_{\text{red}} = 51\,945 / 14 = 3710 \text{ см}^3$.

Упругопластический момент сопротивления при $\gamma = 1,75$ $W_{\text{pl}} = 1,75 \times 3710 = 6493 \text{ см}^3$.

Так как момент образования трещин $M_{\text{crc}} = R_{\text{bt,ser}} \cdot W_{\text{pl}} + M_{\text{гр}} = 1,8 \times 6493 \times 100 + 0 =$

$= 1\,168\,767 \text{ Н} \cdot \text{см} = 11,69 \text{ кН} \cdot \text{м} < M = 44 \text{ кН} \cdot \text{м}$, то трещины в нормальном сечении образуются и необходим расчет по их раскрытию.

Ширину продолжительного раскрытия трещин от изгибающего момента ($M = 26 \text{ кН} \cdot \text{м}$):

$$\delta_m = M_{\text{tot}} / b \times h_o^2 \times R_{\text{b,ser}} = 2\,600\,000 / [20 \times 27^2 \times 22 \times 100] = 0,081;$$

$$\xi = 1 / [1,8 + (1 + 5 (0,081 + 0)) / (10 \times 0,014 \times 6,9)] = 0,308;$$

$$z = 27 [1 - ((0 + 0,308^2) / (2 (0 + 0,308)))] = 22,9 \text{ см};$$

$$\sigma_s = M / (A_s \times z) = 2\,600\,000 / (7,6 \times 22,9 \times 100) = 149 \text{ МПа.}$$

$$a_{\text{crc}2} = 1 (1,6 - 15 \times 0,014) \times 149 / 200\,000 \times 20 (3,5 - 100 \times 0,014) \sqrt{22} = 0,12 \text{ мм}$$

$$0,12 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм.}$$

Аналогично вычисляем приращение ширины раскрытия трещин от кратковременной нагрузки ($M = 18 \text{ кН} \cdot \text{м}$):

$$\delta_m = 0,056; \xi = 0,319; z = 22,7 \text{ см}; \sigma_s = 104 \text{ МПа}; \Delta a_{\text{crc}} = 0,06 \text{ мм.}$$

Ширина продолжительного раскрытия трещин на опоре от полной нормативной нагрузки $a_{\text{crc}1} = 0,12 + 0,06 = 0,18 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм}$.

Трещины будут иметь допустимую ширину.

6. Расчет по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси ригеля

В приопорном сечении действует нормативная поперечная сила от длительных и постоянных нагрузок $Q = 68,5 \text{ кН}$ и от кратковременных нагрузок $Q = 47,98 \text{ кН}$.

Для определения ширины раскрытия трещин, при расчете по второй группе предельных состояний и коэффициента 0,8, последовательно вычисляем:

$$q_{\text{sw}} = R_{\text{s,ser}} \times A_{\text{sw}} / s = 390 \times 1,57 \times 100 / 15 = 4082 \text{ Н/см}$$

$$c_o = \sqrt{\varphi_{b2} \times R_{\text{bt,ser}} \times b \times h_o^2 / q_{\text{sw}}} = \sqrt{2 \times 1,8 \times 20 \times 27^2 \times 100 / 4082} = 39,5 \text{ см} < 2$$

$$h_o = 2 \times 27 = 54 \text{ см}$$

$$Q_{b1} = 0,8 \times 1,5 \times 1,8 \times 20 \times 27^2 \times 100 / 35,9 = 87\,723 \text{ Н} = 87,723 \text{ кН.}$$

Так как $Q_{b1} = 87,323 \text{ кН} > Q = 68,5 \text{ кН}$, то трещины, наклонные к продольной оси ригеля, при постоянной и длительной нормативной нагрузке не образуются. Поэтому вычисляем лишь ширину непродолжительного раскрытия трещин от полной нормативной нагрузки.

Для этого находим напряжение в хомутах:

$$Q - Q_b$$

$$\sigma_{\text{sw}} = \frac{Q - Q_b}{A_{\text{sw}} \cdot h_o} \cdot s = (116\,480 - 87\,323) / (1,57 \cdot 27 \cdot 100) \cdot 15 = 103 \text{ МПа}$$

Вычисляем искомую ширину:

$$0,6 \cdot \omega_{\text{sw}} \cdot d_w \cdot \eta$$

$$a_{\text{crc}} = \varphi_1 \frac{\sigma_{\text{sw}}}{f_{ct}} =$$

$$E_s \cdot d_w / h_o + 0,15 \cdot E_b (1 + 2\alpha \cdot \mu_w) = 1 \cdot 0,6 \cdot 103 \cdot 10 \cdot 1 / [200\,000 \cdot 10 / 27 + 0,15 \times 29\,000 (1 - 2 \cdot 6,9 \cdot 0,005)] = 0,01 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм}.$$

Значение которой не превышает допустимого.

7. Расчет стыка

Стык, как и опорный участок ригеля, испытывает действие изгибающего момента

$M = 55 \text{ кН}\cdot\text{м}$. Растягивающее усилие, вызванное этим моментом, должно быть воспринято металлической накладкой, привариваемой к закладным деталям на верхней грани ригеля и на колонне, а равновеликое сжимающее усилие – сжатой зоной бетона и сварным швом между закладной деталью на нижней грани подрезки ригеля и верхней поверхности консоли колонны, точку приложения сжимающего усилия с достаточной для практики точностью можно принять на уровне указанного сварного шва. Тогда плечо пары сил $z = 30 \text{ см}$, а значение растягивающего и сжимающего усилий

$$N = M / z = 5\,500\,000 / 30 = 183\,333 \text{ Н} = 183,333 \text{ кН}.$$

При расчетном сопротивлении металла стыкующей накладки $R_y = 225 \text{ МПа}$ и ее толщине $t = 10 \text{ мм}$ требуемая ширина этой накладки в зоне шейки

$$b = N / R_y / t = 183\,333 / (225 \cdot 1 \cdot 100) = 8,2 \text{ см}.$$

Принимаем $b = 10 \text{ см}$.

Длина сварного шва, прикрепляющего накладку к закладным деталям, на колонне и на ригеле при расчетном сопротивлении металла швов $R_{wf} = 200 \text{ МПа}$ и толщине соединяемых элементов (и толщине швов) $t = 10 \text{ мм}$.

$$l = N / (R_{wf} \cdot t) = 183\,333 / (200 \cdot 1 \cdot 100) = 9,2 \text{ см}.$$

С учетом возможного непровара принимаем длину сварного шва, а следовательно, и ширину накладки в ее торце $b = 12 \text{ см}$.

Закладная деталь на колонне крепится к ней с помощью круглых стержней, приваренных по их периметру. Следовательно, суммарная длина периметров стыкующих стержней должна быть больше $9,2 \text{ см}$.

Если число этих стержней на уровне сварного шва в накладке принять два, то диаметр одного стержня должен быть не менее $d = 9,2 / (2 \cdot 3,14) = 1,5 \text{ см}$. Принимаем $d = 20 \text{ мм}$.

Элемент 49

1. Расчет прочности сечения, нормальной к продольной оси ригеля, в пролете

Сжатая зона расположена сверху, сечение будем рассматривать как прямоугольное шириной $b = 20$ см. Рабочая высота сечения, предполагая диаметр продольной арматуры $d = 28$ мм, $h_0 = 45 - 3 - 0,5 \cdot 2,8 = 40,6$ см. Теперь последовательно вычисляем:

$$\omega = \alpha_1 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 15,3 = 0,728$$

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \sigma_s R / \sigma_{scu} (1 - \omega / 1,1)} = 0,728 / (1 + 365/500 \cdot (1 - 0,728 / 1,1)) = 0,584$$

$$A_R = \xi_R \cdot (1 - 0,5 \xi_R) = 0,584 \cdot (1 - 0,5 \cdot 0,584) = 0,414$$

$$\text{Так как } A_0 = M / (b \cdot h_0^2 \cdot R_b) = 4\,308\,000 / (20 \cdot 40,6^2 \cdot 15,3 \cdot 100) = 0,085 < 0,414$$

то $\xi = 0,241$ и требуемая площадь сечения растянутой арматуры

$$A_s = \xi \cdot b \cdot h_0 \cdot R_b / R_s = 0,241 \cdot 20 \cdot 40,6 \cdot 15,3 / 365 = 8,20 \text{ см}^2.$$

Принимаем **2Ø25 А-400**, $A_s = 9,82 \text{ см}^2$, что составляет $\mu = A_s / (b \cdot h_0) = 9,82 / (20 \cdot 40,6) = 0,012$.

Монтажную арматуру сверху принимаем 2Ø10 А-III, $A_s' = 1,57 \text{ см}^2$.

2. Расчет прочности сечения, нормального к продольной оси ригеля, на опоре

По концам ригель имеет нижние подрезки. Поскольку часть ригеля на высоте подрезки включить в работу на сжатие трудно, то в расчете принимаем прямоугольное сечение ригеля шириной $b = 20$ см и высотой $h = 30$ см. Предполагая диаметр рабочей арматуры на опоре 20 мм, рабочая высота сечения $h_0 = 30 - 2 - 0,5 \cdot 2 = 27$ см.

$$\text{По изгибающему моменту вычисляем } A_0 = 3\,231\,000 / (20 \cdot 27^2 \cdot 15,3 \cdot 100) = 0,145,$$

$$\xi = 0,169, \text{ тогда требуемая площадь арматуры на опоре } A_s = 0,169 \cdot 20 \cdot 27 \cdot 15,3 / 365 = 3,83 \text{ см}^2.$$

Принимаем стержни $2\text{Ø}16 \text{ A-400}$, $A_s = 4,02 \text{ см}^2$, что составляет $\mu = A_s / (b \cdot h_0) = 7,6(20 \cdot 27) = 0,014$.

3. Расчет прочности сечения, наклонного к продольной оси ригеля

В качестве расчетного принимаем сечение у опоры размерами $b \cdot h = 20 \cdot 30 \text{ см}$,

в котором действует расчетная поперечная сила $Q = 28,7 \text{ кН}$.

При диаметре продольных стержней 28 мм, поперечные стержни - $\text{Ø}22 \text{ A-400}$.

Их шаг на пропорциональном участке предварительно принимаем по конструктивным соображениям

$$s = 0,5 \cdot h = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ см.}$$

$$\varphi_{b1} = 1 - \beta \cdot R_b = 1 - 0,01 \cdot 15,3 = 0,847 ;$$

$$\alpha = E_s / E_b = 200\,000 / 29\,000 = 6,9 ;$$

$$A_{sw} = 2 \cdot 0,785 = 1,57 \text{ см}^2 ;$$

$$\mu_w = A_{sw} / b \cdot s = 1,57 / 20 \cdot 15 = 0,005 ;$$

$$\varphi_{w1} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 6,9 \cdot 0,005 = 1,18 < 1,3 .$$

Проверяем условие: $Q = 63\,200 \text{ Н} < 0,3 \cdot 1,18 \cdot 0,847 \cdot 15,3 \cdot 20 \cdot 27 \cdot 100 = 247\,887 \text{ Н}$. Оно соблюдено, поэтому принятые размеры достаточны.

Условие $Q = 63\,200 \text{ Н} > 0,6 \cdot 1,08 \cdot 20 \cdot 27 (1 + 0 + 0) 100 = 34\,992 \text{ Н}$ не соблюдено, поэтому расчет поперечной арматуры необходим.

$$q_{sw} = R_{sw} \cdot n \cdot f_w / s = 290 \cdot 1,57 \cdot 100 / 15 = 2983 \text{ Н/см}$$

$$c_o = \sqrt{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) \cdot R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2 / q_{sw}} = \sqrt{2 \cdot (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100 / 2983} = 32,5 \text{ см.}$$

Так как $h_o = 27 \text{ см} < c_o = 32,5 \text{ см} < 2 h_o = 2 \cdot 27 = 54 \text{ см}$, то опасной длиной проекции наклонной трещины можно считать $c_o = 32,5 \text{ см}$.

Определяем поперечную силу, которую может выдержать рассматриваемое сечение

$$Q_{sw} = 2 \sqrt{\varphi_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2} \cdot q_{sw} =$$

$$= 2 \sqrt{2 \cdot (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2} \cdot 2983 \cdot 100 = 193\,848 \text{ Н} > Q = 145\,600 \text{ Н.}$$

Несущая способность сечения обеспечена с некоторым запасом.

$$q_{sw} = Q^2 / [4 q_{b2} \cdot (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2] =$$

$$= 63\,200^2 / [4 \cdot 2 (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100] = 317,1 \text{ Н/см}$$

Требуемый для обеспечения прочности сечения без излишнего запаса шаг поперечных стержней:

$$s = R_{sw} \cdot n \cdot f_w / q_{sw} = 290 \cdot 1,57 \cdot 100 / 317,1 = 26,6 \text{ см}$$

Максимально допустимый шаг:

$$s_{max} = 0,75 \cdot \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \cdot b \cdot h_o^2 / Q = 0,75 \cdot 2 (1 + 0 + 0) 1,08 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100 / 63200 = 37,3 \text{ см}$$

Увеличивать принятый шаг $s = 25$ см нельзя. Таким образом, прочность наклонного сечения при принятой поперечной арматуре обеспечена.

Однако по конструктивным соображениям вблизи подрезки к нижним продольным стержням необходимо приварить наклонные стержни

2Ø16 А-400.

4. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля в пролете

Предварительно вычислим геометрические характеристики приведенного сечения.

$$\text{Площадь } A_{red} = 25 \cdot 40 + 20 \cdot 20 + 6,9 \cdot (12,32 + 2,26) = 1500 \text{ см}^2.$$

$$\text{Статический момент относительно нижней грани } S_{red} = 20 \cdot 45^2 / 2 + 2 \cdot 10 \cdot 25^2 / 2 + 6,9 \times (12,32 \cdot 4,5 + 2,26 \cdot 42,4) = 27\,549 \text{ см}^3.$$

$$\text{Расстояние от нижней грани до центра тяжести сечения } y_{red} = S_{red} / A_{red} = 27\,549 / 1500 = 18,4 \text{ см}.$$

$$\text{Момент инерции } I_{red} = 20 \cdot 45^3 / 12 + 20 \cdot 45 \cdot 4,1^2 + 20 \cdot 25^3 / 12 + 20 \times 25 \cdot 5,9^2 + 6,9 \cdot [2,26 (42,4 - 18,4)^2 + 12,32 (18,4 - 4,5)^2] = 235\,889 \text{ см}^4.$$

$$\text{Момент сопротивления } W_{red} = I_{red} / y_{red} = 235\,889 / 18,4 = 12\,820 \text{ см}^3.$$

$$\text{Упругопластический момент сопротивления при } \gamma = 1,75 \text{ } W_{pl} = 1,75 \times 12\,820 = 22\,435 \text{ см}^3.$$

$$\text{Так как момент образования трещин } M_{crc} = R_{bt,ser} \cdot W_{pl} + M_{rp} = 1,8 \cdot 22\,435 \cdot 100 + 0 =$$

$$= 4\,038\,300 \text{ Н}\cdot\text{см} = 40,383 \text{ кН}\cdot\text{м} < M = 119 \text{ кН}\cdot\text{м}, \text{ т.е. условие } M_{crc} \geq M_r \text{ не соблюдено, трещины в сечении, нормальном к продольной оси элемента, образуются. Следовательно необходим расчет по раскрытию трещин.}$$

Сначала определяем ширину продолжительного раскрытия трещин от постоянной и длительной нагрузки ($M = 71 \text{ кН}\cdot\text{м}$).

$$\delta_m = M_{tot} / b \cdot h_o^2 \cdot R_{b,ser} = 7\,100\,000 / [20 \cdot 40,6^2 \cdot 22 \cdot 100] = 0,098.$$

Так как сечение прямоугольное ($b_f' = b_f$), то:

$$\varphi_f = \frac{(b_f' - b) h_f' + (A_s' + A_{sp}') \alpha / (2 \cdot \nu)}{b \cdot h_o} = (0 + 6,9 / (2 \cdot 0,15) 2,26) / [2040,6] = 0,064$$

$$h_f' = 2 \cdot a = 2 \cdot 1,6 = 3,2 \text{ см}$$

$$\lambda = \varphi_f (1 - h_f' / (2 \cdot h_o)) = 0,064 (1 - 3,2 / (2 \cdot 4,06)) = 0,06$$

$$\xi = \frac{1}{0,015 \cdot \beta + [1 + 5 (\delta_m + \lambda)] / (10 \cdot \mu \cdot a)} = 1 / [1,8 + (1 + 5 (0,098 + 0,06)) / (10 \cdot 0,015 \cdot 6,9)] = 0,273$$

Плечо внутренней пары сил:

$$z = 40,6 [1 - (3,2 / 40,6 \cdot 0,064 + 0,273^2) / (2 (0,064 + 0,273))] = 35,7 \text{ см}$$

Напряжение в растянутой арматуре:

$$\sigma_s = M / (A_s \cdot z) = 7\,100\,000 / (12,32 \cdot 35,7 \cdot 100) = 161 \text{ МПа}$$

Ширина продолжительного раскрытия нормальных трещин в пролете:

$$a_{срс} = 1 (1,6 - 15 \cdot 0,015) 1 \cdot 161 / 200\,000 \cdot 20 (3,5 - 100 \cdot 0,015) \sqrt{28} = 0,14 \text{ мм}$$

$$0,14 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм}$$

Для определения приращения ширины раскрытия от кратковременной нагрузки

($M = 48 \text{ кН}\cdot\text{м}$), вычисляем коэффициенты:

$$\delta_m = 4\,800\,000 / (20 \cdot 40,62 \cdot 22 \cdot 100) = 0,066;$$

$$\varphi_f = (0 + 6,9 / (2 \cdot 0,45) 2,26) / [2 \cdot 40,6] = 0,021;$$

$$\lambda = 0,021 (1 - 3,2 / (2 \cdot 4,06)) = 0,02;$$

$$\xi = 1 / [1,8 + (1 + 5 (0,066 + 0,02)) / (10 \cdot 0,015 \cdot 6,9)] = 0,314.$$

Плечо внутренней пары сил:

$$z = 40,6 [1 - (3,2 \cdot 0,021 / 40,6 + 0,314^2) / (2 (0,021 + 0,314))] = 34,5 \text{ см}$$

Напряжение в арматуре:

$$\sigma_s = 4\,800\,000 / (12,32 \cdot 34,5 \cdot 100) = 113 \text{ МПа}$$

Тогда приращение $\Delta a_{\text{crc}} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 113 / 200\,000 \cdot 20 (3,5 - 100 \cdot 0,015) \sqrt{28}$
 $= 0,07 \text{ мм}$ и ширина непродолжительного раскрытия трещин

$$a_{\text{crc1}} = a_{\text{crc2}} + \Delta a_{\text{crc}} = 0,14 + 0,07 = 0,21 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм.}$$

Таким образом, ширина трещин в пролете ригеля, нормальных к его продольной оси, не превышает допустимую.

5. Расчет по образованию и раскрытию трещин, нормальных к продольной оси ригеля на опоре

Площадь приведенного сечения $A_{\text{red}} = 20 \cdot 30 + 6,9 \cdot 7,6 = 652 \text{ см}^2$.

Статический момент этого сечения относительно верхней грани

$$S_{\text{red}} = 20 \cdot 30 \cdot 0,5 + 6,9 \cdot 7,6 \cdot 3 = 9157 \text{ см}^3.$$

Расстояние от верхней грани до центра тяжести сечения $y_{\text{red}} = 9157 / 652 = 14 \text{ см}$.

Момент инерции сечения

$$I_{\text{red}} = 20 \cdot 30^3 / 12 + 20 \cdot 30 \cdot 1^2 + 6,9 \cdot 7,6 (14 - 3)^2 = 51\,945 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления $W_{\text{red}} = 51\,945 / 14 = 3710 \text{ см}^3$.

Упругопластический момент сопротивления при $\gamma = 1,75$ $W_{\text{pl}} = 1,75 \cdot 3710 = 6493 \text{ см}^3$.

Так как момент образования трещин $M_{\text{crc}} = R_{\text{bt,ser}} \cdot W_{\text{pl}} + M_{\text{гр}} = 1,8 \cdot 6493 \cdot 100 + 0$
 $=$

$= 1\,168\,767 \text{ Н} \cdot \text{см} = 11,69 \text{ кН} \cdot \text{м} < M = 44 \text{ кН} \cdot \text{м}$, то трещины в нормальном сечении образуются и необходим расчет по их раскрытию.

Ширину продолжительного раскрытия трещин от изгибающего момента

($M = 26 \text{ кН} \cdot \text{м}$):

$$\delta_m = M_{\text{tot}} / b \cdot h_o^2 \cdot R_{\text{b,ser}} = 2\,600\,000 / [20 \cdot 27^2 \cdot 22 \cdot 100] = 0,081;$$

$$\xi = 1 / [1,8 + (1 + 5 (0,081 + 0)) / (10 \cdot 0,014 \cdot 6,9)] = 0,308;$$

$$z = 27 [1 - ((0 + 0,308^2) / (2 (0 + 0,308)))] = 22,9 \text{ см};$$

$\sigma_s = M / (A_s \cdot z) = 2\,600\,000 / (7,6 \cdot 22,9 \cdot 100) = 149 \text{ МПа}$.

$a_{\text{crc2}} = 1 (1,6 - 15 \cdot 0,014) 1 \cdot 149 / 200\,000 \cdot 20 (3,5 - 100 \cdot 0,014) \sqrt{22} = 0,12 \text{ мм}$
 $0,12 \text{ мм} < 0,3 \text{ мм}$.

Аналогично вычисляем приращение ширины раскрытия трещин от кратковременной нагрузки ($M = 18 \text{ кН}\cdot\text{м}$):

$$\delta_m = 0,056; \xi = 0,319; z = 22,7 \text{ см}; \sigma_s = 104 \text{ МПа}; \Delta a_{\text{crc}} = 0,06 \text{ мм}.$$

Ширина продолжительного раскрытия трещин на опоре от полной нормативной нагрузки $a_{\text{crc1}} = 0,12 + 0,06 = 0,18 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм}$.

Трещины будут иметь допустимую ширину.

6. Расчет по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси ригеля

В приопорном сечении действует нормативная поперечная сила от длительных и постоянных нагрузок $Q = 68,5 \text{ кН}$ и от кратковременных нагрузок $Q = 47,98 \text{ кН}$.

Для определения ширины раскрытия трещин, при расчете по второй группе предельных состояний и коэффициента 0,8, последовательно вычисляем:

$$q_{\text{sw}} = R_{\text{s,ser}} \cdot A_{\text{sw}} / s = 390 \cdot 1,57 \cdot 100 / 15 = 4082 \text{ Н/см}$$

$$c_o = \sqrt{\varphi_{b2} \cdot R_{\text{bt,ser}} \cdot b \cdot h_o^2 / q_{\text{sw}}} = \sqrt{2 \cdot 1,8 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100 / 4082} = 39,5 \text{ см} < 2 h_o$$

$$= 2 \cdot 27 =$$

54см

$$Q_{b1} = 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,8 \cdot 20 \cdot 27^2 \cdot 100 / 35,9 = 87\,723 \text{ Н} = 87,723 \text{ кН}.$$

Так как $Q_{b1} = 87,323 \text{ кН} > Q = 68,5 \text{ кН}$, то трещины, наклонные к продольной оси ригеля, при постоянной и длительной нормативной нагрузке не образуются. Поэтому вычисляем лишь ширину непродолжительного раскрытия трещин от полной нормативной нагрузки. Для этого находим напряжение в хомутах:

$$\sigma_{\text{sw}} = \frac{Q - Q_b}{A_{\text{sw}} \cdot h_o} \cdot s = (116\,480 - 87\,323) / (1,57 \cdot 27 \cdot 100) = 103 \text{ МПа}$$

Вычисляем искомую ширину:

$$a_{\text{crc}} = \varphi_1 \frac{0,6 \cdot \omega_{\text{sw}} \cdot d_w \cdot \eta}{E_s \cdot d_w / h_o + 0,15 \cdot E_b (1 + 2\alpha \cdot \mu_w)} =$$

$$= 1 \cdot 0,6 \cdot 103 \cdot 10 \cdot 1 / [200\,000 \cdot 10 / 27 + 0,15 \cdot 29\,000 (1 - 2 \cdot 6,9 \cdot 0,005)] =$$

$$= 0,01 \text{ мм} < 0,4 \text{ мм}.$$

Значение которой не превышает допустимого.

7. Расчет стыка

Стык, как и опорный участок ригеля, испытывает действие изгибающего момента

$M = 55 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Растягивающее усилие, вызванное этим моментом, должно быть воспринято металлической накладкой, привариваемой к закладным деталям на верхней грани ригеля и на колонне, а равновеликое сжимающее усилие – сжатой зоной бетона и сварным швом между закладной деталью на нижней грани подрезки ригеля и верхней поверхности консоли колонны, точку приложения сжимающего усилия с достаточной для практики точностью можно принять на уровне указанного сварного шва. Тогда плечо пары сил

$z = 30 \text{ см}$, а значение растягивающего и сжимающего усилий

$$N = M / z = 5\,500\,000 / 30 = 183\,333 \text{ Н} = 183,333 \text{ кН}.$$

При расчетном сопротивлении металла стыкующей накладки $R_y = 225 \text{ МПа}$ и ее толщине $t = 10 \text{ мм}$ требуемая ширина этой накладки в зоне шейки

$$b = N / R_y / t = 183\,333 / (225 \cdot 1 \cdot 100) = 8,2 \text{ см}.$$

Принимаем $b = 10 \text{ см}$.

Длина сварного шва, прикрепляющего накладку к закладным деталям, на колонне и на ригеле при расчетном сопротивлении металла швов $R_{wf} = 200 \text{ МПа}$ и толщине соединяемых элементов (и толщине швов) $t = 10 \text{ мм}$.

$$l = N / (R_{wf} \cdot t) = 183\,333 / (200 \cdot 1 \cdot 100) = 9,2 \text{ см}.$$

С учетом возможного непровара принимаем длину сварного шва, а следовательно, и ширину накладки в ее торце $b = 12 \text{ см}$.

Закладная деталь на колонне крепится к ней с помощью круглых стержней, приваренных по их периметру. Следовательно, суммарная длина периметров стыкующих стержней должна быть больше $9,2 \text{ см}$. Если число этих стержней на уровне сварного шва в накладке принять два, то диаметр одного стержня должен быть не менее

$$d = 9,2 / (2 \cdot 3,14) = 1,5 \text{ см}. \text{ Принимаем } d = 20 \text{ мм}.$$

3.5. Расчет и конструирование диафрагмы жесткости

Т.к. усилия от действия постоянной нагрузки на много превышают растягивающие усилия от действия ветровой нагрузки, то балка стенка испытывает сжатие по двум направлениям и подбор арматуры осуществляется по минимальному проценту армирования.

Минимальный процент армирования – $0,5\%$.

В продольном направлении принимаем **Ø14 А-4000**, $A = 7,69 \text{ см}^2$ с шагом 200 мм .

В поперечном направлении **Ø6 А-400**, $A = 1,41 \text{ см}^2$, с шагом 200 мм .

2. Основания и фундаменты

2.1. Общие сведения

Строительство Медицинского реабилитационного центра будет производиться в г. Сочи. В районе строительства преобладает северный ветер. Сейсмический район – 6 баллов.

В районе строительства находятся парки, санатории, дома отдыха и т.п. Рядом с участком нет производств и магистралей.

Участок строительства и прилегающие к нему территории имеют спокойный рельеф. На прилегающей территории находится уже сложившаяся жилая застройка из 5-ти и 9-ти этажных домов.

Генеральный план участка

Участок строительства правильной формы, с размерами в плане – 122x104 м. В качестве основания за несущий слой для фундаментов в проекте принят слой ИГЭ – суглинок коричневый полутвердый известковистый.

На основании данных инженерно – геологических изысканий и с учетом сейсмичности площадки строительства, фундаменты под строительство Медицинского реабилитационного центра приняты в виде монолитных железобетонных ростверков на свайном основании.

В проекте вертикальной планировки с целью исключения замачивания поверхностными водами котлована на участке застройки предусмотрено устройство подпорных стенок, лотков, водостоков и нагорных канав.

Инженерно-геологические изыскания

Инженерно-геологические условия территории, в границах которой расположен участок проектируемого строительства, в целом изучены.

Для решения поставленных задач выполнен комплекс инженерно-геологических изысканий, включающий: сбор, изучение и систематизацию материалов предыдущих исследований, инженерно-геологическую съемку, бурение скважин, лабораторные испытания физико-механических свойств грунтов, сейсморазведку.

Все виды работ выполнены с учетом имеющихся материалов по району исследований и в соответствии с требованиями СНиП, ГОСТ и нормативных документов по инженерным изысканиям для строительства. Интерпретация результатов была выполнена на основе пластовой модели. В грунтовом массиве прослеживаются 3 границы раздела, которые соответствуют сверху вниз:

- почвенно- растительный слой;
- глина ;
- супесь;
- суглинок

Таким образом, преобладающими грунтами в пределах 10-метрового слоя в соответствии со по сейсмическим свойствам являются грунты II категории, и сейсмичность площадки соответствующей нормативной.

2.2. Оценка грунтовых условий участка застройки

ИГЭ 1:Почвенно-растительный слой. Мощность – 1 м.

ИГЭ 2:Глина . Мощность – 4 м

ИГЭ 3:Супесь . Мощность – 6 м.

ИГЭ 4. Суглинок . Мощность– более 20 м.

Физико-механические свойства грунтов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Физико-механические характеристики грунтов.

Наименование грунта	Мощность слоя, м	γ , кН/м	γ_s , кН/м ³	m_0 , МПа ⁻¹	φ_m , град	C, кПа	W, %	W _l , %	W _p , %
Почвенно-растительный	1	15	-	-	-	-	-	-	-
Глина	4	18,2	26,9	0,16	11	12	39	50	30
Супесь	6	19,2	26,5	0,16	18	4	22	25	18
Глина	20	19,9	26,9	0,20	16	15	27	36	20

1) Глина:

– коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + 0,01 \cdot \omega) - 1$$

$$e = \frac{26,90}{18,20} \cdot (1 + 0,01 \cdot 39) - 1 = 1,05$$

– коэффициент относительной сжимаемости:

$$m_{\vartheta} = \frac{m_0}{1 + e}$$

$$m_{\vartheta} = \frac{0,16}{1 + 1,1} = 0,08 \text{ мПа}^{-1}$$

– модуль деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_{\vartheta}}$$

$$\beta = 1 - \frac{2\vartheta^2}{1 - \vartheta}$$

Где $\vartheta=0,35$ – коэффициент Пуассона для суглинок;

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0,42^2}{1 - 0,42} = 0,39$$

$$E = \frac{0,39}{0,08} = 4,8$$

– степень влажности:

$$S_r = \frac{0,01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$

$$S_r = \frac{0,01 \times 39 \times 26,9}{1,05 \cdot 10} = 0,97$$

– число пластичности:

$$J_p = \omega_L - \omega_p$$

$J_p = 50 - 30 = 20$ - глина

– показатель текучести:

$$J_L = \frac{\omega - \omega_p}{J_p}$$

$$J_L = \frac{39 - 26,30}{20} = 0,5 - \text{мягкопластичная}$$

2) Супесь:

– коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + 0,01 \cdot \omega) - 1$$

$$e = \frac{26,50}{19,2} \cdot (1 + 0,01 \times 22) - 1 = 0,7$$

– коэффициент относительной сжимаемости:

$$m_{\vartheta} = \frac{m_0}{1 + e}$$

$$m_{\vartheta} = \frac{0,16}{1 + 0,7} = 0,08 \text{ мПа}^{-1}$$

– модуль деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_{\vartheta}}$$

$$\beta = 1 - \frac{2\vartheta^2}{1 - \vartheta}$$

Где $\vartheta=0,3$ – коэффициент Пуассона для песков, супесей;

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0,3^2}{1 - 0,3} = 0,7$$

$$E = \frac{0,7}{0,9} = 0,7$$

– степень влажности:

$$S_r = \frac{0,01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$

$$S_r = \frac{0,01 \cdot 39 \cdot 26,8}{1,05 \cdot 10} = 0,9$$

3) Суглинок :

– коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + 0,01 \cdot \omega) - 1$$

$$e = \frac{26,60}{19,0} \cdot (1 + 0,01 \cdot 27) - 1 = 0,7$$

– коэффициент относительной сжимаемости:

$$m_{\vartheta} = \frac{m_0}{1 + e}$$

$$m_{\vartheta} = \frac{0,16}{1 + 0,7} = 0,09 \text{ мПа}^{-1}$$

– модуль деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_{\vartheta}}$$

$$\beta = 1 - \frac{2\vartheta^2}{1 - \vartheta}$$

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0,35^2}{1 - 0,35} = 0,62$$

$$E = \frac{0,62}{0,09} = 6,8$$

– степень влажности:

$$S_r = \frac{0,01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$

$$S_r = \frac{0,01 \cdot 43 \cdot 26,90}{1,1 \cdot 10} = 1,$$

– число пластичности:

Заключение: площадка в целом пригодна для возведения сооружений.

Почвенно-растительный слой не может служить естественным основанием; основанием может быть суглинки или супеси

2.3. Сбор нагрузок

Постоянные нагрузки:

а) Нагрузка от покрытия:

№ п/п	Наименование элементов	Нагрузка, кН/м ²
1	Слой гравия ($\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$) – 10 мм	0,15
2	Наплавляемый рулонный материал – 1 слоя	0,1
3	Цементная стяжка ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$) – 20 мм	0,4
4	Утеплитель ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) – 150 мм	0,75
5	Разуклонка из керамзитового гравия – 100 мм	0,7
6	Пароизоляция	0,05
7	Железобетонная плита	2,2
	ИТОГО $q_{\text{покр}}$	4,35

На колонны передается следующая нагрузка от покрытия:

$$N_{\text{покр.кр}} = q_{\text{покр}} \cdot A_{\text{кр}} + N_{\text{риг.кр}} = 4,35 \cdot 21,6 + 25 \cdot 0,12 \cdot 3 = 102,96 \text{ кН}$$

$$N_{\text{покр.ср}} = q_{\text{покр}} \cdot A_{\text{ср}} + N_{\text{риг.ср}} = 4,35 \cdot 43,2 + 25 \cdot 0,12 \cdot 6 = 205,92 \text{ кН}$$

где: $q_{\text{покр}}$ – вес 1 м² покрытия, кН/м²; $A_{\text{кр}}$, $A_{\text{ср}}$ – грузовые площади (см. рис.);
 $N_{\text{риг.кр}} = \gamma \cdot b \cdot h \cdot (l / 2)$; $N_{\text{риг.ср}} = 2 \cdot N_{\text{риг.кр}}$.

б) Нагрузки от перекрытия:

№ п/п	Наименование элементов	Нагрузка, кН/м ²
1	Линолеум – 5 мм	0,015
2	Цементная стяжка ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$) – 50 мм	1
3	Звукоизоляция (керамзит $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) – 25 мм	0,125
4	Железобетонная плита – 220 мм	2,2
	ИТОГО $q_{\text{пер}}$	3,34

$$N_{\text{пер.кр}} = (q_{\text{пер}} \cdot A_{\text{кр}} + N_{\text{риг}} / 2) \cdot n = (3,34 \cdot 21,6 + 16,4/2) \cdot 5 = 401,72 \text{ кН}$$

$$N_{\text{пер.ср}} = q_{\text{пер}} \cdot A_{\text{ср}} \cdot n + N_{\text{риг}} = (3,34 \cdot 43,2 + 16,4) \cdot 5 = 803,44 \text{ кН}$$

где: $q_{\text{пер}}$ – вес 1 м² перекрытия, кН/м², n – число перекрытий, $N_{\text{риг}}$ – собственный вес ригеля.

в) Вес наружной самонесущей стены:

$$N_{\text{ст.кр.}} = q_{\text{ст.кр.}} \cdot (A_{\text{ст}} - A_{\text{ост}}) = 9,69 \cdot (7,2 \cdot 19,8 - 1,8 \cdot 1,8 \cdot 4) = 1255,82 \text{ кН}$$

где: $q_{\text{ст.кр.}}$ – вес 1 м² наружной стены, кН/м²; $A_{\text{ст}} = L \cdot H$; L – шаг колонн; H – высота стены; $A_{\text{ост}}$ – площадь остекления.

$$N_{\text{ст.кр.}} = N_{\text{ст.кр.}} / 7,2 = 1255,82 / 7,2 = 174,42 \text{ кН/п.м.}$$

г) Вес колонны:

$$N_{\text{к.кр}} = N_{\text{к.ср}} = A_{\text{к}} \cdot H_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{ж/б}} = 0,16 \cdot 19,8 \cdot 25 = 79,2 \text{ кН}$$

высота, м; $\gamma_{\text{ж/б}} = 25 \text{ кН/м}^3$ – вес кубометра железобетона.

Временные нагрузки:

а) Снеговая нагрузка:

$$N_{\text{сн.кр}} = S \cdot A_{\text{кр}} \cdot \psi_2 = 0,5 \cdot 21,6 \cdot 0,9 = 9,72 \text{ кН}$$

$$N_{\text{сн.ср}} = S \cdot A_{\text{ср}} \cdot \psi_2 = 0,5 \cdot 43,2 \cdot 0,9 = 19,44 \text{ кН}$$

где: $S = S_0 \cdot \mu = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ – полное нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, кН/м²; $S_0 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли; $\mu = 1$ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие; $\psi_2 = 0,9$ – коэффициент сочетания нагрузок.

б) Кратковременная полезная нагрузка на перекрытия:

$$N_{\text{полезн.кр}} = \eta \cdot A_{\text{кр}} \cdot n \cdot \psi_A \cdot \psi_n \cdot \psi_2 = 2 \cdot 21,6 \cdot 5 \cdot 0,96 \cdot 0,71 \cdot 0,9 = 132,5 \text{ кН}$$

$$N_{\text{полезн.ср}} = \eta \cdot A_{\text{ср}} \cdot n \cdot \psi_A \cdot \psi_n \cdot \psi_2 = 2 \cdot 43,2 \cdot 5 \cdot 0,96 \cdot 0,71 \cdot 0,9 = 265 \text{ кН}$$

где: $\eta = 2,0 \text{ кН/м}^2$ – нормативная равномерно распределенная нагрузка на перекрытия; n – число перекрытий; ψ_A , ψ_n – коэффициенты сочетания; $\psi_2 = 0,9$.

- для операционной площадью 42 м²:

$$\psi_A = 0,5 + 0,5 / 1,08 = 0,96$$

- при количестве перекрытий $n = 5$:

$$\psi_n = 0,5 + (0,96 - 0,5) / 2,24 = 0,71$$

Сводная таблица нагрузок

№ п/ п	Вид нагрузки	Нагрузка на фундамент			
		Крайний		Средний	
		N, кН	M, кН·м	N, кН	M, кНм
	а) Постоянные				
1	Вес покрытия	103,0	-	205,9	-
2	Вес перекрытий	401,72	-	803,44	-
3	Вес колонн	79,2	-	79,2	
	ВСЕГО	583,92	-	1088,54	-
	б) <u>Временные</u>				
4	Вес снега	19,4	-	9,7	-
5	Вес полезной нагрузки	132,5	-	265	-
	ВСЕГО (Σ · 0,9)	136,71	-	247,23	-
	В С Е Г О	720,63	144,13	1335,77	267,15
6	Вес наружной стены	174,42 кН/м.п.	-	-	-

2.4. Проектирование фундамента мелкого заложения

Для жилого здания с подвалом, коэффициент теплового режима, равен 0,4.

Учитывая конструктивные особенности здания (наличие подвала), назначаем отметку подошвы фундамента, исходя из конструктивных требований, равной -3,300 м.

Определим ширину подошвы фундамента из условия, чтобы среднее давление R под его подошвой не превышало расчетного сопротивления грунта основания R .

Назначаем в первом приближении ширину подошвы фундамента $b=1,0$ м.

Определяем расчетное сопротивление грунта основания по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_y \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II}]$$

Где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы, принимаемые по таблице 3 СНиП 2.0201-83;

M_y, M_q, M_c – коэффициенты, принимаемые по таблице 4;

K_z - коэффициент, принимаем равным 1;

b – ширина подошвы фундамента, м;

γ_{II} – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

γ'_{II} -то же, для грунтов, залегающих выше подошвы фундамента;

C_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

$$\gamma_{II} = \frac{4 \cdot 18,2 + 6 \cdot 19,2 + 20 \cdot 19,00}{4 + 6 + 20} = 17,6 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma'_{II} = \frac{1 \cdot 15 + 18,2 \cdot 2}{1 + 2} = 17,1 \text{ кН/м}^3$$

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,21 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 17,6 + 1,83 \cdot 0,5 \cdot 17,6 + 1,8 \cdot 17,6 + 4,29 \cdot 11) = 119,39 \text{ кПа}$$

Определим примерную площадь подошвы фундамента под стену :

$$b_k = \sqrt{\frac{1335,}{119,38 - 0,77 \cdot 20}} = 3,6 \text{ м}$$

Принимаем монолитный железобетонный фундамент с размерами подошвы $b=3,6$ м;

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,21 \cdot 1 \cdot 3,5 \cdot 17,6 + 2,05 \cdot 0,5 \cdot 17,6 + 1,8 \cdot 17,6 + 4,29 \cdot 11) = 130,6 \text{ кПа}$$

Среднее давление под подошвой фундамента:

$$P = \frac{N_{II}^k}{b^2} + \gamma_0 \cdot d_1 = \frac{1335,77}{3,5^2} + 20 \cdot 0,77 = 116 \text{ кПа}$$

$$P=116 \text{ кПа} < R=130,6 \text{ кПа}$$

Определим примерную площадь подошвы фундамента под колонну:

$$b_k = \sqrt{\frac{720}{119,38 - 0,77 \cdot 20}} = 3,6 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,21 \cdot 1 \cdot 3,5 \cdot 17,6 + 2,05 \cdot 0,5 \cdot 17,6 + 1,8 \cdot 17,6 + 4,29 \cdot 11) = 130,6 \text{ кПа}$$

Среднее давление под подошвой фундамента:

$$P = \frac{N_{II}^k}{b^2} + \gamma_0 \cdot d_1 = \frac{1335,77}{3,5^2} + 20 \cdot 0,77 = 116 \text{ кПа}$$

$$P=116 \text{ кПа} < R=130,6 \text{ кПа}$$

Условие выполняется.

Расчет оснований по деформациям производят, исходя из условия:

$$S \leq S_u$$

Где S – величина совместной деформации основания и сооружения, определяемая расчетом в соответствии с указаниями. [2, прил. 2].

S_u – предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемое в соответствии с указаниями [2, пп 2.51 - 2.55].

Расчетную осадку определяем методом послойного суммирования осадок отдельных слоев в пределах сжимаемой толщи основания.

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zgo} = \gamma_{II}' \cdot d$$

$$\sigma_{zgo} = 2,5 \cdot 17,8 = 44,5 \text{ кПа}$$

Дополнительные вертикальные напряжения на глубине z – от подошвы фундамента определяем по [[1], прил. 2, формула (2)]:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \sigma_{zpo}$$

Где α – коэффициент, принимаемый по [[1], прил. 2, табл.1];

$$\sigma_{zpo} = P - \sigma_{zgo} = 146,2 - 44,5 = 101,7 \text{ кПа}$$

Где P – среднее давление под подошвой фундамента;

Сжимаемую толщину грунта ниже подошвы фундамента разбиваем на элементарные слои мощностью $h_i = 0,4$ м. Находим дополнительные напряжения. На отметке подошвы фундамента (при $z=0$):

$$\xi = \frac{2z}{b} = 0$$

$$\alpha = 1,0$$

Для остальных точек значения σ_{zg} и σ_{zp} приведены

Расчет осадки фундамента мелкого заложения под колонну

Номер точки	$z, \text{ м}$	$\xi=2z/b$	$\sigma_{zgo}, \text{ кПа}$	$\sigma_{zpi}, \text{ кПа}$	$\sigma'_{zpi}, \text{ кПа}$	α	E_i
0	0	0	44,5	146,2		1	5,64
1	0,4	0,8	51,9	$0,8 \cdot 146,2 = 116,96$	$\frac{146,2 + 116,96}{2} = 131,58$	0,800	5,64
2	0,8	1,6	59,3	$0,449 \cdot 146,2 = 65,6$	$\frac{116,96 + 65,6}{2} = 91,3$	0,449	5,64
3	1,2	2,4	66,74	$0,257 \cdot 146,2 = 37,6$	$\frac{65,6 + 37,6}{2} = 51,6$	0,257	14,8
4	1,6	3,2	81,62	$0,16 \cdot 146,2 = 23,4$	$\frac{37,6 + 23,4}{2} = 30,5$	0,16	14,8
5	2	4	89,06	$0,108 \cdot 146,2 = 15,8$	$\frac{23,4 + 15,8}{2} = 19,6$	0,108	14,8

Определяем осадку основания с использованием расчетной схемы в виде линейного деформируемого полупространства [[1], прил.2, формула (1)]:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_i}$$

$$S = 0,8 * \left(\frac{131,58 * 0,4 + 91,3 * 0,4}{5,64 * 10^3} + \frac{51,6 * 0,4 + 30,5 * 0,4 + 19,6 * 0,4}{14,8 * 10^3} \right)$$

$$= 1,5 \text{ см} < 15 \text{ см}$$

Совместная деформация основания и сооружения меньше предельного значения. Окончательно принимаем под колонну фундамент монолитный шириной 3.5 м.

2.5. Проектирование свайных фундаментов

Призматические сплошные забивные ж.б. сваи являются наиболее распространенными.

1. Определение размеров свай:

Подошва сваи заглублена на 1,17 м в 4 слой (суглинок тяжелый, $\rho_d = 1,59 \text{ г/см}^3$ и $E = 18,7 \text{ МПа}$). Над дном котлована сохраняется недобитый участок сваи длиной 0,5 м для последующего сопряжения ее с ростверком. Исходя из этих условий принимаем сваю С 11 - 30.

Несущая способность свай-стоек:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + U \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i) =$$

$$= 1,0 (1,0 \cdot 11700 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 126,7) = 1205,04 \text{ кН}$$

где: γ_c γ_{CR} γ_{cf} – коэффициенты работы свай; R – расчетное сопротивление грунта под подошвой сваи; A и U – площадь и периметр поперечного сечения сваи;

h_i – толщина условного слоя, на которые делятся ИГЭ, пройденные свайей;

f_i – расчетное сопротивление трению грунта по боковой поверхности сваи.

Сопротивления сваи по боковой поверхности:

№ условного слоя	Z_i , м	I_L	f_i , кН/м ²	h_i , м	$h_i \cdot f_i$
1	5,14	0,4	29,3	2,33	68,3
2	7,31	1,33	0	2	0
3	9,31	1,33	0	2	0
4	11,31	1,33	0	2	0
5	12,81	1,33	0	1	0
6	13,9	0,3	49,9	1,17	58,4
					126,7

Расчетная вертикальная нагрузка на сваю:

$$N_{св} = F_d / \gamma_k = 1205,04 / 1,4 = 860,74 \text{ кН}$$

где: γ_k – коэффициент надежности.

Параметры свайного куста:

- крайнего $N = 864,76 \text{ кН}$

$$M = 172,96 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

- среднего $N = 1602,92 \text{ кН}$

$$M = 320,58 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Количество свай в свайном фундаменте:

$$n = 1,1 N / N_{св}$$

где: N – расчетная нагрузка на фундамент от сооружения, кН; 1,1 – коэффициент, учитывающий массу ростверка.

$$n_{кр} = 1,1 \cdot 864,76 / 860,74 = 1,1$$

$$n_{ср} = 1,1 \cdot 1602,92 / 860,74 = 2,1$$

Принимаем $n_{кр} = 2$ и $n_{ср} = 3$.

Нагрузки на сваю в составе куста:

$$N_{сви} = \frac{N + G_p}{n} \pm \frac{(M_x + Q \cdot d_p) y_i}{\sum y_i^2}$$

где: $G_p = \gamma_f \cdot \gamma \cdot A_p \cdot d_p$ – вес ростверка.

Должны выполняться условия:

$$\max N_{сви} \leq N_{св}$$

$\min N_{сви} > 0$ – отражает факт работы свай на вдавливающую нагрузку.

Крайний куст:

$$G_p = 1,2 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 1,5 = 32,4 \text{ кН}$$

$$N_{св1,2} = 448,58 \pm 192,18 \text{ кН}$$

$$N_{св1} = 640,76 < N_{св} = 860,74 \text{ кН}$$

$$N_{св2} = 256,4 > 0$$

Сваи работают на вдавливающую нагрузку.

Средний куст:

$$G_p = 1,2 \cdot 20 \cdot 2,25 \cdot 1,5 = 81 \text{ кН}$$

$$N_{св1,2,3} = 561,31 \pm 178,1 \text{ кН}$$

$$N_{св1} = 739,41 < N_{св} = 860,74 \text{ кН}$$

$$N_{св2,3} = 383,21 > 0$$

Сваи работают на вдавливающую нагрузку.

2. Расчет осадки свайного фундамента:

Расчет основания фундамента из висячих свай производится как для условного фундамента на естественном основании.

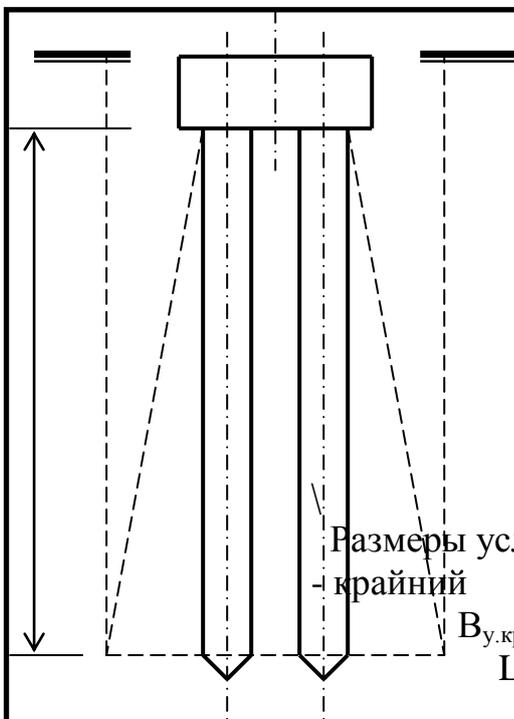
Границы условного фундамента (см рис):

$$a = h \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{II,mt}/4) = 10,5 \cdot 0,076 = 0,798 \text{ м}$$

$$0,798 \text{ м} < 2 \cdot d = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ м}$$

принимаем $a = 0,6 \text{ м}$

Расчетное значение угла внутреннего трения:



$$\varphi_{\Pi,mt} = \frac{\sum \varphi_{\Pi,mt} \cdot h_i}{\sum h_i} =$$

$$= (19 \cdot 2,33 + 17 \cdot 7 + 16 \cdot 1,17) / 10,5 = 17,33^\circ$$

Размеры условного фундамента в плане:

- крайний

$$B_{y.kr} = 2 \cdot a + 4 \cdot d = 2 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

$$L_{y.kr} = 2 \cdot a + d = 2 \cdot 0,6 + 0,3 = 1,5 \text{ м};$$

$$\eta_{kr} = L_{y.kr} / B_{y.kr} = 0,625$$

- средний

$$B_{y.sp} = 2 \cdot a + 4 \cdot d = 2 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

$$L_{y.sp} = B_{y.sp} = 2,4 \text{ м}; \quad \eta_{sp} = L_{y.sp} / B_{y.sp} = 1,0$$

Площадь и вес условного фундамента:

- крайний

$$A_{yф.kr} = B_{y.kr} \cdot L_{y.kr} = 2,4 \cdot 1,5 = 3,6 \text{ м}^2$$

$$G_{yф.kr} = A_{yф.kr} \cdot H_{yф.kr} \cdot \gamma_{mt} = 3,6 \cdot 10,5 \cdot 18,2 = 687,96 \text{ кН}$$

- средний

$$A_{yф.sp} = B_{y.sp} \cdot L_{y.sp} = 2,4 \cdot 2,4 = 5,76 \text{ м}^2$$

$$G_{yф.sp} = A_{yф.sp} \cdot H_{yф.sp} \cdot \gamma_{mt} = 5,76 \cdot 10,5 \cdot 18,2 = 1100,74 \text{ кН}$$

$$\gamma_{mt} = (17,1 \cdot 2,33 + 18,4 \cdot 7 + 19,2 \cdot 1,17) / 10,5 = 18,2 \text{ кН/м}^3$$

Среднее давление под подошвой условного фундамента:

$$N + G_{yф}$$

$$P_{cp.kr} = (864,76 + 687,96) / 3,6 = 431,31 \text{ кПа}$$

$$P_{cp.sp} = (1602,92 + 1100,74) / 5,76 = 469,39 \text{ кПа}$$

Сопротивление грунта под подошвой условного фундамента:

$$R = 1,25 [0,42 \cdot 2,4 \cdot 19,2 + 2,73 \cdot 1,6 \cdot 19,2 + (2,73 - 1) \cdot 2,37 \cdot 19,2 + 5,31 \cdot 53]$$

$$=$$

$$= 1,25 [19,35 + 83,87 + 78,72 + 281,43] = 579,21 \text{ кПа}$$

$$P_{cp.kr} = 431,31 \text{ кПа} < R = 579,21 \text{ кПа}$$

Условие выполняется.

$$P_{cp.sp} = 469,39 \text{ кПа} < R = 579,21 \text{ кПа}$$

Условие выполняется.

Напряжения от собственного веса грунта на отметке подошвы слоя и на уровне подошвы условного фундамента:

$$\sigma_{zg1} = 15,3 \cdot 2,1 = 32,13 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg2} = 32,13 + 18,7 \cdot 4,2 = 110,67 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg3} = 110,67 + 18,4 \cdot 7 = 239,47 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{zg4} = 239,47 + 19,2 \cdot 9,3 = 418,07 \text{ кН/м}^2$$

на уровне подошвы условного фундамента:

$$\sigma_{zg0} = 239,47 + 19,2 \cdot 1,17 = 261,93 \text{ кН/м}^2$$

Дополнительное напряжение на отметке подошвы условного фундамента:

$$\sigma_{zp0.кр} = P_{ср.кр.} - \sigma_{zg0} = 431,31 - 261,93 = 169,38 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{zp0.ср} = P_{ср.ср.} - \sigma_{zg0} = 469,39 - 261,93 = 207,46 \text{ кПа}$$

Ниже подошвы условного фундамента толща грунта разбивается на элементарные слои толщиной $h_i = 0,4 \cdot B_y = 0,4 \cdot 2,4 = 0,96 \text{ м}$.

Осадка свайного фундамента равна сумме осадок элементарных слоев:

$$S_{кр} = \sum S_i = 1,93 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см.}$$

$$S_{ср} = \sum S_i = 2,36 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см.}$$

Условия выполняются.

4. Технология и организация строительства

1. Характеристика условий строительства

Строительство Медицинского реабилитационного центра будет производиться в г.Сочи. В районе строительства преобладает северный ветер. Сейсмический район – 6 баллов.

Участок строительства находится в курортном районе и определен генеральным планом города. В районе строительства находятся парки, санатории, дома отдыха и т.п. Рядом с участком нет шумных производств и магистралей.

Участок и прилегающие к нему территории имеют спокойный рельеф. На прилегающей территории находится уже сложившаяся жилая застройка из 5-ти и 9-ти этажных домов.

Участок правильной формы, с размерами в плане – 122 х 104 м. Фасадная сторона участка выходит на улицу Солнечная и ориентирована на север. Между участком строительства и прилегающими территориями проходят автодороги. Примыкающие улицы имеют небольшую интенсивность движения.

Обеспечение строительной площадки водой и электроэнергией осуществляется от существующих сетей.

Материалы и конструкции доставляются на строительную площадку с материально-технической базы Сочи, на расстояние – 32 км.

4.2. Календарный план строительства

4.2.1. Установление номенклатуры работ, расчет объемов работ и определение потребности в материальных ресурсах

Номенклатура и объемы работ на возведение здания определены на основании архитектурных и конструктивных чертежей. Перечень работ соответствует детализации работ, принятых в ЕНиР. В исходной номенклатуре указываются работы:

- работы, выполняемые в подготовительный период;
- работы по возведению подземной части объекта (нулевой цикл);
- работы по возведению надземной части объекта (надземный цикл);
- кровельные и отделочные работы (отделочный цикл);
- специальные виды работ.

Спецификация монтажных элементов

№	Наименов констр	Усл марк и	Кол-во элем на 1секцию						Масс а 1элемент , т	V _{бет} в 1эл, м ³	Общ масса и V, т/м ³
			1(3)			2					
			1	2-5	6	1	2-5	6			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Колоны КР	К1	10			12			1,73	0,69	55,36/22,08
2	Колоны СР	К2	18			15			1,8	0,72	91,8/36,72
3	Колоны КР	К3		40			48		1,35	0,54	172,8/69,12
4	Колоны СР	К4		72			60		1,43	0,57	291,7/116,3
5	Колоны КР	К5			10			10	1,35	0,54	40,5/16,2
6	Колоны СР	К6			18			18	1,43	0,57	77,22/30,8
7	Ригеля (3 м)	ИБ-1	11	44	11	5	20	5	0,98	0,39	158,8/63,18
	Ригеля (6 м)	ИБ-2	12	48	12	15	60	15	1,93	0,77	312,7/124,8
8	Плиты перекр		46	184		63	196		1,68	0,67	1208/481,7
	Плиты покр				49			50	1,68	0,67	248,64/99,2
9	Лифтовые шахты	ШЛ-1	-	-	-	4	16	-	11,43	4,57	228,6/91,4
10	Лестн марши	ЛМ-1	2	8	2	2	8		3,4	1,36	74,8/29,9
11	Диафрагмы	Д-1	4	16	4	4	16	4	6,43	2,57	308,6/123,4

4.2.2. Обоснование и выбор оптимальных решений по организации, механизации и технологии выполнения строительного-монтажных работ

Выбор решения по организации выполнения строительного-монтажных работ определен направлением развития монтажного процесса. Развитие монтажного процесса, на строительстве Медицинского реабилитационного центра, производится по горизонтальной схеме, при которой конструкции в пределах монтажного участка устанавливаются поэтажно. После окончания монтажа всех конструкций на этаже в пределах монтажного участка и после полного и окончательного их закрепления приступать к монтажу следующего монтажного участка или вышележащего этажа. При этом обеспечивается продольная и поперечная устойчивость здания постановкой диафрагм жесткости в каждом температурном блоке. За монтажный участок принимается температурный блок.

Элементы монтируются отдельным методом, т.е. кран устанавливает последовательно, в самостоятельных потоках, элементы одного наименования. Сначала устанавливаются на монтажном участке все колонны, после заделки стыков колонн на них укладываются все ригели, по ригелям – плиты перекрытия и т.д. Последовательность установки элементов в проектное положение указаны на листах путем нумерации на поэтажных монтажных планах здания.

Для обеспечения поточного ведения строительных процессов, максимально возможного совмещения их во времени здание расчленено на 3 захватки. В пределах каждой захватки назначены 6 монтажных яруса. За ярус принят один этаж. Размер захватки в плане равен размеру одной секции:

- 1 захватка – в осях 1-5 – 26,4 м, в осях Д-Л – 21,0 м
- 2 захватка – в осях 6-10 – 21,0 м, в осях А-З – 30,0 м
- 3 захватка – в осях 11-15 – 26,4 м, в осях Д-Л – 21,0 м

Выбор строповочных и монтажных приспособлений

Стропы, траверсы, кондукторы, лестницы, подмости прикрепляемые к монтируемым элементам до их установки в проектное положение, выбраны, учитывая рациональные способы монтажа конструкций, в соответствии с параметрами здания и монтажных элементов.

При выборе строповочных приспособлений было отдано предпочтение тем, которые в меньшей степени могут оказывать влияние на увеличение высоты подъема крюка, обеспечивают необходимый маневр элементов в процессе монтажа, допускают дистанционную расстроповку, обладают необходимой точностью и не деформируют поднимаемый элемент.

Выбранные строповочные и монтажные приспособления сводим в таблицу.

Монтажные приспособления:

№ п/п	Наименование, назначение, грузоподъемность	Схема	Вес, т	Высота приспособл, м	Необход кол-во
1	2	3	4	5	6
1	Строп 4-хветвевой Монтаж плит перекры и покр; Q = 5т		0,05	4,3	по расчету
2	Захват с устройством для расстропки с земли для монт колонн; Q = 10т		0,297	1,0	по расчету
3	Захват с устройством для расстропки с земли для монт 2х консольных колонн; Q = 10т		0,466	1,0	по расчету
4	Полуавтоматический строп для монтажа ригелей; Q = 5 т		0,014	1,5	по расчету
5	Строп двухветвевой для монтажа диафрагм жесткости Q = 8 т		0,018	2,2	по расчету
6	Кондуктор для временное закрепление колонн, устанавливаемых на нижестоящие колонны;		0,249	1,4	по расчету
7	Кондуктор для временное закрепление и выверка ригелей;		0,026		по расчету
8	Навесная люлька для обеспечения рабочего места на высоте Q = 0,1 т		60		по расчету

Выбор монтажного крана и оптимального варианта механизации монтажной работ

Расчет требуемых параметров для башенного крана:

1) Требуемая грузоподъемность: $P^{тр} = P_{эл} + P_c$

где: $P_{эл}$ – масса монтируемого элемента; P_c – масса строповочных и монтажных приспособлений.

$${}^{тр}P_{\text{диафр}} = 6,43 + 0,018 = 6,448 \text{ т}$$

$${}^{тр}P_{\text{лифт}} = 2,86 + 0,014 = 2,874 \text{ т}$$

$${}^{тр}P_{\text{лестн}} = 3,4 + 0,05 = 3,45 \text{ т}$$

2) Требуемая монтажная высота: $H_{тр} = H_0 + H_{эл} + H_c + H_3$

где: H_0 – высота опоры монтажного элемента над уровнем стоянки крана; $H_{эл}$ – высота элемента в монтажном положении; H_c – высота строповки в рабочем положении; H_3 – запас по высоте (не менее 0,5м).

$$H_{\text{диафр}} = 14,1 + 3,3 + 2,2 + 0,5 = 20,1 \text{ м}$$

$$H_{\text{лифт}} = 10,8 + 3,3 + 1,5 + 0,5 = 16,1 \text{ м}$$

$$H_{\text{лестн}} = 17,4 + 0,5 + 4,3 + 0,5 = 22,7 \text{ м}$$

3) Требуемый монтажный вылет крюка: $L_m = a/2 + b + c$

где: a – ширина подкранового пути; b – расстояние от оси рельсы до стены здания; c – ширина здания.

$$L_m = 6/2 + 2 + 30 = 35 \text{ м}$$

По найденным параметрам подбираем кран: **КБ-503**:

- грузоподъемность 7,5 т;
- высота подъема 53/67,5;
- вылет крюка 35 м.

Наименование монтируемых конструкций	Требуемые парам крана			Марк а крана	Технические характеристики			
	Q	H	L		L ^c			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Диафрагма жесткости	6,43	14,1	30/	КБ-503	7,5	53	35	35
Панель лифтовой шахты	2,86	10,8	24					
Лестничный марш	3,4	17,4	30					

По данным расчетам принимаем башенный кран КБ-503

4.2.3. Технологические карты на ведущие строительные-монтажные работы

Технологическая карта на устройство фундаментов

I. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Технологическая карта разработана на бетонирование фундаментов мелкого заложения под колонны 6-тиэтажного 3-хсекционного медицинского реабилитационного центра, с высотой этажа 3,3 м, на первую хватку в осях 1 – 5 и Д – Л.

Для бетонирования фундаментов предусмотрено применение бетононасосов.

Работы производятся в две смены в весенний период.

II. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.

1. До начала бетонирования фундаментов должны быть выполнены следующие работы:

- организован отвод поверхностных и грунтовых вод и подготовлено основание;
- закончена установка опалубки (кроме опалубки стакана), арматуры и закладных частей;
- устроены необходимые лестницы и рабочие площадки;
- устроены, предусмотренные проектом производства работ съезды в котлован, установлены на опоры бетононасосы;
- подведена электроэнергия и устроено освещение рабочих мест и зон бетонирования с обеспечением необходимой освещенности;
- смонтирован временный водопровод;
- проверены правильность и надежность установки опалубки, креплений и подмостей;
- составлены акты на скрытые работы по подготовке основания, по армированию и установке закладных частей.

2. Непосредственно перед укладкой бетонной смеси необходимо:

- очистить опалубку и арматуру от грязи, мусора и отслаивающейся ржавчины;
- устранить возникающие дефекты опалубки, выпучивание досок, раскрытие щелей;
- проверить подготовленность всех механизмов и приспособлений, обеспечивающих производство бетонных работ заданными темпами.

3. Бетонирование фундаментов производится по следующей схеме:

автобетоносмеситель – бетононасос – конструкция.

4. Бетонирование фундаментов производится по захваткам. Объем бетонной смеси, укладываемой на каждой захватке, должен соответствовать сменной производительности комплекса механизмов, участвующих в процессе укладки бетонной смеси.

5. Укладка бетона в фундаменты производится в три этапа. Первый этап – бетонирование башмака фундамента; второй – бетонирование подколонника до низа отметки стакана подколонника (при этом бетонирование выполняется послойно 0,3 – 0,5 м); третий этап – укладка бетонной смеси после установки и выверки опалубки стакана.

6. Бетонная смесь укладывается равномерными слоями толщиной 35 - - 50 см. Каждый слой укладывается до начала схватывания предыдущего слоя бетона и тщательно уплотняется глубинными вибраторами. В углах и у стенок опалубки бетонная смесь дополнительно уплотняется вибраторами.

7. При уплотнении бетонной смеси конец рабочей части вибратора должен погружаться в ранее уложенный слой бетона на глубину 5 – 10 см. Переустановка вибратора ведется так, чтобы не оставалось непровибрированных мест. Опираие и соприкасание вибраторов с арматурой во время работы не допускается.

8. Вибрирование на данной позиции заканчивается после прекращения оседания бетонной смеси и появления цементного молока на поверхности бетона.

9. Каждый забетонированный фундамент в течении первых дней твердения бетона должен периодически поливаться водой. Поливку начинать не позднее чем через 10 – 12 часов.

При производстве работ соблюдать правила СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции».

III. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

Ведомость потребности в конструкциях, материалах и полуфабрикатах:

№№ п/п	Наименование	Ед. измерения	Кол-во
1	Бетонная смесь	м ³	103
2	Арм. сетки 3,6 x 3,0 м	шт	15
3	Арм. сетки 2,7 x 2,1 м	шт	12

Ведомость потребностей в механизмах, оборудовании, инструменте, инвентаре и приспособлениях:

№№ п/п	Наименование	Кол- во	Тех. характ
1	Кран башенный КБ-503	1	Q = 8 т
2	Шарнирно-панельные подмости	15	—
3	Захват для подъема поддонов с кирпичом	2	—
4	Ящики для раствора	14	V = 0,25 м ³

Технико-экономические показатели:

№ п/п	Наименование показателей	Ед изм	Показатели
1	Трудоемкость на весь объем работ	чел-см	221,64
2	Трудоемкость на 1 м ³ конструкций	чел-час	5,27
3	Выработка на одного рабочего в смену	м ³	2,4
4	Заработная плата на весь объем работ	руб	1285,01
	Заработная плата на 1 м ³ бетона	руб	3,73

IV. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

- 1) При производстве работ по кладке кирпичной стены следует соблюдать правила техники безопасности в строительстве (СНиП 1.04.03-85*).
- 2) Рабочие, занятые на кладке стены, должны быть проинструктированы и обучены правильному обращению с соответствующими инструментами.
- 3) Каждый новый рабочий до начала работы должен пройти вводный инструктаж непосредственно на рабочем месте. Об этом необходимо сделать соответствующую запись в специальном журнале по технике безопасности, где должен расписаться рабочий.
- 4) При подъеме поддонов с кирпичем обязательна организация сигнализации. Все сигналы машинисту крана подаются только одним лицом-такелажником.
- 5) Запрещается находиться под поддоном, подвешенным к крюку крана, оттягивать его во время перемещения и оставлять во время перерыва на весу.

4.2.4. Расчет трудоемкости работ и потребности в машинах и механизмах

Трудоемкость работ и потребность в машино-сменах рассчитана на основании определенных объемов работ и норм затрат труда и машинного времени.

$$Q = \frac{V \cdot H_{вр} \text{ (чел.-ч; маш.-ч)}}{8,2} = [\text{чел.-дн; маш.-см.}]$$

Нормы затрат труда и машинного времени определены по ЕНиР .

Трудоемкости специальных видов работ рассчитаны по укрупненным измерителям.

Трудоемкость работ подготовительного периода принята в размере 5% от суммарной трудоемкости основных работ, а работ связанных со сдачей объекта в эксплуатацию – 2%.

Трудоемкости по внутренним электротехническим и санитарно-техническим работам, монтажу оборудования и устройств, а также благоустройству строительной площадки определен путем деления сметной стоимости этих работ C на дневную выработку B_d одного рабочего:

$$Q = C / B_d$$

4.2.5. Обоснование принятого срока строительства и выбор формы календарного плана

Согласно СНиП 1.04.03-85

$$T_{норм} = 12 \text{ мес.}$$

в т.ч.:

$$T_{подг} = 1 \text{ мес.}$$

Поскольку в данном объекте строительства нет сложных зависимостей между отдельными процессами, принимаем линейную форму календарного плана.

4.2.6. Разработка календарного плана строительства объекта

Календарный график производства работ разработан в линейной форме и соответствует требованиям СНиП 3.01.01.85. Некоторые работы первоначальной номенклатуры укрупнились, а затраты труда и время использования машин по укрупненным процессам – суммировались.

При укрупнении номенклатуры работ в основу состава звена или бригады укрупненного процесса принят состав звена по ЕНиР главного из укрупняемых процессов, с добавлением дополнительных рабочих требуемой профессии и квалификации для выполнения остальных составляющих укрупненного процесса.

Продолжительность выполнения процессов:

$$t = Q / (N \cdot A \cdot k_{\text{плн}})$$

где: Q – трудоемкость работы в чел.-днях; N – число рабочих в звене (бригаде);

A – число смен работы в сутки; $k_{\text{плн}}$ – коэффициент планируемого перевыполнения норм, $k_{\text{плн}} = 1$.

В одну смену выполняются работы, продолжительность которых может в широких пределах регулироваться изменением числа рабочих в смене и производство которых не требует использования основных строительных машин.

В две смены организованы работы, которые необходимо выполнить в сжатые сроки, а фронт их стеснен и не позволяет увеличить численность рабочих в смене, а также работы, на выполнении которых заняты основные строительные машины (экскаваторы, краны).

При построении линейного графика производства работ было выполнено условие максимального совмещения во времени технологических процессов и их непрерывности с учетом требований безопасного выполнения работ.

4.2.7. Графики потребности в рабочих, строительных машинах, конструкциях и материалах

На основе калькуляции трудовых затрат и потребности в основных строительных материалах и изделиях составлены ресурсные графики движения рабочих, строительных машин и потребности в строительных материалах и конструкциях.

4.3. Строительный генеральный план объекта строительства

4.3.1. Общие соображения по проектированию стройгенплана

Объектный строительный генеральный план разработан на возведение надземной стадии строительства в увязке с календарным планом.

Строительная ситуация на стройгенплане запроектирована с учетом обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий, противопожарных мероприятий, мероприятий по технике безопасности и охране труда.

Все решения, принятые на стройгенплане обоснованы, исходя из принятых методов производства работ, типа и расположения относительно строящегося объекта подъемно-транспортных машин и механизированных установок.

Особое внимание было уделено способам доставки строительных материалов, полуфабрикатов и изделий к месту их складирования и монтажа, размещению их, обеспечению удобного подъезда к месту монтажа и временным устройствам, размещению складов и путей сообщения, увязке решения стройгенплана с технологией возведения основных конструкций, расположению административно-хозяйственных, бытовых и прочих сооружений.

Все это было сделано с учетом требований охраны труда и противопожарной безопасности.

4.3.2. Обоснование размещения на стройгенплане монтажных кранов и путей их движения

Все монтажные механизмы и пути их движения обозначены на стройгенплане и привязаны к сооружениям постоянного назначения. Поперечная привязка, т.е. расстояние от оси подкрановых путей до стены строящегося здания, определяется:

$$B = R_{п.пл} + l_{без} = 4,3 + 1,7 = 6 \text{ м}$$

где: $R_{п.пл}$ - радиус платформы или других габаритных размеров крана, м;
 $l_{без}$ - безопасное расстояние от габаритных размеров крана до здания, которое равно 0,7 м.

Продольная привязка не определяется т.к. из-за конструктивного решения здания кран будет стоять на одном месте. Принимаем 2 рельсовых полузвня. Окончательная длина подкранового пути принимается 13 м.

Устанавливаются границы опасных зон:

Вблизи мест перемещения грузов – 10 м

Вблизи строящегося здания – 7 м

4.3.3. Размещение на стройгенплане складов и определение потребности в них

При монтаже конструкций из приобъектного склада необходимо предусмотреть организацию складирования конструкций и рассчитать требуемую площадь склада. Приобъектные склады должны располагаться в зоне действия монтажного крана. Размеры складов определяются количеством конструкций, необходимых для бесперебойного ведения монтажных работ

Таблица расчета площадей складов

Вид склада	Вид материалов, конструкций	Вид складов	Ед. изм	Норма, q	k _п	T _н	P _{скл}	P _{общ}	T	S _{тр}	Разм. и тип склада
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Открытые	Кирпич	Поддоны	т.шт	0,75	0,5	8	62	138,3	40	166	50 x 35 м
	Лестничные марши	Штабеля	м ³	0,5	0,6		25	29,9	4	97	
	Колонны, ригеля	Штабеля	м ³	1,0	0,6		24	479,2	35	411	
	Диафрагмы	Кассеты	-	0,3	0,5		74	123,4	3	82	
	Плиты покр/перекр	Штабеля	-	0,7	0,6		43	580,9	24	1037	
Навесы	Стеклопакеты	Штабеля	м ²	35	0,5	8	778	926,1	6	159	13 x 13 м
	Битум	Бочки	м ³	20	0,6		104	110	19	9	
Закрытые	Рубероид	Штабеля	Рулон	20	0,5	8	400	422	19	40	45 x 12 м
	Столярные изделия	Штабеля	м ²	25	0,5		778	926,1	6	74	
	Гипсокартон	Штабеля	м ²	35	0,5		7526	20070	48	430	

$$S_{тр.} = P_{об.} \cdot T_{н} \cdot k_1 \cdot k_2 / (T \cdot q \cdot k_{п})$$

$$P_{скл.} = P_{об.} \cdot T_{н} \cdot k_1 \cdot k_2 / T \leq P_{общ.}$$

если условие не соблюдается то $S_{тр.} = P_{об.} / (q \cdot k_{п})$

где: $P_{об}$ – общее количество материалов, деталей или конструкций данного вида, требуемых на объекте (определяется по нормам расхода материалов и объему работ); T – продолжительность расчетного периода потребления данного вида материалов в днях; (принимается по календарному плану); T_n – норма запаса материала на складе, в днях; q – норма складирования материалов, изделий на 1 м^2 площади; k_1 – коэффициент неравномерности поступления материалов на склад (принимается 1,5); k_2 – коэффициент неравномерности потребления материалов и изделий (принимается 1,5); k_n – коэффициент использования площади склада.

При организации складов на стройплощадке были приняты меры по минимизации затрат на их устройство.

Склады закрытого типа запроектированы - инвентарные. Запас материала на приобъектном складе принят с таким расчетом, чтобы обеспечить непрерывное и бесперебойное снабжение строящегося объекта.

4.3.4. Временные и используемые в период строительства дороги

Сокращение объемов строительства временных дорог является одной из первоочередных задач проектировщика строй генплана. Главным путем минимизации временного дорожного строительства является максимальное использование постоянных дорог.

Ширина проезжей части временных дорог принимается 3,5м однополосные. Радиусы закругления дорог принимается исходя из маневровых свойств машин. Минимальный радиус закругления – 12м.

На участке дороги, в зоне разгрузки материалов, устраивается площадка шириной 6 м и длиной 12 – 18 м.

При трассировке дорог были соблюдены минимальные расстояния между дорогой и сооружениями:

- складской площадкой – 0,5 – 1,0м
- подкрановыми путями – 6,5 – 12,5м
- ограждением площадки – 1,5м.

Опасной зоной дороги считается та её часть, которая попадает в опасную зону работы механизма.

Построечные дороги выполняются из щебня или ж/б инвентарных плит многократного пользования.

При интенсивности движения до 3 автомашин в час в одном направлении и благоприятных грунтовых и гидрогеологических условиях допускается устройство профилированных грунтовых дорог.

4.3.5. Временные здания и сооружения

Количество рабочих: $N_{\text{раб}} = 44$ чел

Количество работников: $N = N_{\text{раб}} / 0,85 = 44 / 0,85 = 52$ чел

Число ИТР: $N_{\text{итр}} = 0,08 \cdot N = 0,08 \cdot 52 = 4$ чел - прораба

Число служащих: $N_{\text{служ}} = 0,05 \cdot N = 0,05 \cdot 52 = 3$ чел

Охрана: $N_{\text{охр}} = 0,02 \cdot N = 0,02 \cdot 52 = 2$ чел

Количество женщин на стройплощадке 40% от числа рабочих:

$$N_{\text{ж}} = 0,4 \cdot 44 = 18 \text{ чел}$$

Ведомость временных сооружений на строительстве

№	Наименование временных сооружений	Численность работников	Норма в м ² на одного работника	Расч. площ. в м ²	Принятая площадь в м ²	Тип, серия и размеры в плане в метрах
1	2	4	5	6	7	8
1	Кантора прораба	4	5	20	24,3	передвижная 420-01 9x2,7
2	Диспетчерская	3	7	21	24,3	передвижная 420-01 9x2,7
3	Комната субподрядной организации	По соображениям проектировщика без расчета			24,3	контейнер 420-04 6x2,7
4	Проходная	2	4	8	9	сб/разб деревян 3x3
5	Гардеробные м/ж	34	0,6	20,4	31,2	сб/разб 6x6,8.
		18		10,8		
6	Душевые м/ж	34	0,885	30,1	46	контейнер 420-01 9x2,7 – 2шт.
		18		15,9		
7	Комната для обогрева и приема пищи	52	0,25	13	16,2	Контейнер 420-04 6x2,7
8	Туалет м/ж	34	0,07	2,38	5	сб/разб 1,5x2,3 – 2шт
		18	0,14	2,52		

При разработке стройгенплана Медицинского реабилитационного центра, были предусмотрены: кантора производителя работ, кантора субподрядных организаций, материальный и инструментальный склад (кладовая), помещение для приема пищи, гардеробные с умывальником,

помещение для обогрева рабочих, летние душевые, туалеты, проходные и сторожевые помещения.

Расчет площадей временных зданий выполнен по расчетным нормативам и оформлен в форме таблицы. Число рабочих принимается по графику потребности в рабочий период, для которого разрабатывается стройгенплан. Число ИТР принято в размере 8%, служащих 5%, охраны 3% от числа рабочих.

4.3.6. Временное водоснабжение объекта строительства

Суммарный расчетный расход воды $Q_{\text{общ}}$ (л/с) определяют по формуле:

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}} + Q_{\text{пож}}$$

где: $Q_{\text{пр}}$, $Q_{\text{хоз}}$, $Q_{\text{пож}}$ – соответственно расходы воды на производственные, хозяйственные, противопожарные нужды (л/с).

Расход воды на производственные нужды (на поливку бетона и опалубки и кирпичной кладки):

$$Q_{\text{пр}} = 0,000065 \cdot \sum P \cdot q_1 = 0,000065 (700 + 1\ 863) = 0,17 \text{ л/с}$$

Расход воды на хозяйственные нужды определяется:

$$Q_{\text{хоз}} = N_p (q_2 \cdot k_2 / 8,2 + q_3 \cdot k_3) / 3600$$
$$N_p = N = 52 \text{ чел}$$
$$Q_{\text{хоз}} = 52 (15 \cdot 2,7 / 8,2 + 30 \cdot 0,3) / 3600 = 0,20 \text{ л/с}$$

Расход воды на противопожарные нужды определяется:

$$Q_{\text{пож}} = 5 \cdot 2 = 10 \text{ л/с}$$
$$Q_{\text{общ}} = 0,17 + 0,20 + 10 = 10,37 \text{ л/с}$$

Диаметр водопроводных труб на вводе на строительную площадку определяется:

$$d = 35,69 (Q_{\text{общ}} / V)^{1/2} = 35,69 (10,37 / 2)^{1/2} = 81,27 \text{ мм}$$

Принимаем водопроводную трубу диаметром **90 мм**.

4.3.7. Временное энергоснабжение объекта строительства

Требуемая мощность электростанции или трансформатора определяется по формуле:

$$P = 1,1 (\sum P_c \cdot k_1 / \cos\varphi_1 + \sum P_T \cdot k_2 / \cos\varphi_2 + \sum P_{o.v.} \cdot k_3 + \sum P_{o.n.}), \text{ кВА}$$

Расчет требуемой электрической мощности

	Наименование потребителей	Ед. изм	Кол-во единиц измер	Мощн на ед., кВт	Мощн всех потребителей, кВт	Коэф-т спроса k	Коэф-т мощности cosφ	Требуем. мощн., кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Силовые потребители							42,98
	кран КБ-503	шт.	1	34	34	0,2	0,5	13,6
	свароч. аппарат СТН-700	шт.	2	27,7	55,4	0,35	0,66	29,38
2	Технологич. потребители							28
	Лебедки, подъемники и др	-	-	-	20	0,7	0,5	28
3	Наружное освещение							2,67
	Проезды и проходы	м/п	392	0,005	1,96	1	1	1,96
	Охранное освещение	м/п	452	0,0015	0,71	1	1	0,71
4	Внутреннее освещение							12,35
	Сборка перегоронок	м ²	4176	0,003	12,53	0,8	1	10,02
	Бытовые помещения	м ²	195	0,015	2,92	0,8	1	2,33
	Итого:							86

$$P = 1,1 \cdot 86 = 94,6 \text{ кВА}$$

Принимаем трансформаторную подстанцию КТП 100-10 мощностью 100 кВА , 1,55 х 1,4 м.

Силовые потребители установлены на основе анализа календарного плана и стройгенплана. При этом был выбран период, когда задействовано наибольшее количество механизмов с электроприводом.

4.3.8. Мероприятия по охране труда и технике безопасности, отражаемые в стройгенплане

На стройгенплане обозначены зоны действия грузоподъемных кранов, воздушных линий электропередачи, интенсивного движения транспорта, хранения взрывоопасных и горючих материалов, а также вредных веществ и другие опасные зоны, условия работы в которых требуют особого обеспечения безопасности работающих.

Санитарно-бытовые помещения и площадки для отдыха работающих, а также автомобильные и пешеходные дороги расположены за пределами опасных зон.

Организация строительной площадки обеспечивает безопасность труда рабочих на всех этапах производства работ.

При размещении на стройгенплане временных сооружений, ограждений, складов и лесов учтены требования по габаритам приближения строений к движущимся вблизи средствам транспорта.

Пожарная безопасность на стройгенплане обеспечивается в соответствии с требованиями Правил пожарной безопасности при производстве СМР и Правил пожарной безопасности при производстве сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства согласно требованиям ГОСТ 12.1.004-76.

Оградительные устройства применяют для изоляции систем привода машин и агрегатов, ограждения токоведущих систем; ограждаются также рабочие зоны, расположенные на высоте.

Конструктивные решения оградительных устройств разнообразны. Они зависят от вида строительной машины, расположения человека в рабочей зоне, специфики опасности и вредности. Оградительные устройства делят на основные три группы: стационарные (несъемные), подвижные (съемные) и переносные. В качестве материала ограждений используют металлы, пластмассы, дерево.

Безопасные условия производства механизированных строительных работ обеспечиваются при условии выполнения правил технической эксплуатации машин и организации работ на строительной площадке, а также соответствия конструкций машин требованиям безопасности.

Безопасность ведения монтажных работ при использовании башенных кранов во многом зависит от условий труда крановщиков. Радикально улучшить условия труда на башенных кранах возможно путем разработки такой системы управления краном, которая позволила бы устранить факторы, неблагоприятно влияющие на работоспособность крановщика, а также решить ряд задач по обеспечению безопасности строителей при выполнении строительного-монтажных работ.

Важным фактором безопасного ведения монтажных работ является правильная организация рабочих мест, включая систему мероприятий по

оснащению рабочего места необходимыми техническими средствами: подмостями, люльками, монтажными столиками, вышками, лестницами, переходными мостиками, а также средствами индивидуальной и коллективной защиты. Организация рабочего места должна обеспечивать безопасность труда, а также безопасный и удобный доступ к рабочим местам.

4.4. Организация материально-технического обеспечения строительства

Определение потребности в материалах

Потребность в основных материалах, полуфабрикатах, конструкциях и изделиях определяется с использованием СНиП IV-2-82.

№№ п/п	Наименование конструкций, материалов и полуфабрикатов	Марка изделия	Единица измерения	Количество
1	2	3	4	5
1	Бетон	-	м ³	838
2	Сб. ж/б конструкции	-	м ³	1 305
3	Кирпич	-	тыс.шт	138,3
4	Раствор	-	м ³	87
5	Битум	-	т	11
6	Рубероид	-	м ²	8435
7	Гипсокартон	-	м ²	20 070
8	Линолеум	-	м ²	7 104
9	Плитка	-	м ²	1 420,9
10				

Расчет потребности в транспортных средствах

При выборе транспортных средств учитывалось следующее: масса, габариты и транспортабельность элементов конструкций, способы их укладки, места опирания и захвата при погрузке и выгрузке, грузоподъемность автотранспортных средств, внутренние размеры кузова, погрузочную высоту элемента.

Сопоставляя общую массу элементов, перевозимых за один рейс, с грузоподъемностью транспортных средств, их размеры с габаритами кузова и

габаритами груженого автомобиля с габаритами проезжей части дороги, выбираем марку автомобиля.

Требуемое число автомашин для перевозки определенного вида груза по заданному маршруту определяется по формуле:

$$N = Q_{\text{сут}} (t_n + 2L / V + t_m) / (q_{\text{факт}} \cdot T_n \cdot k_T)$$

Таблица расчета потребности в транспортных средствах:

№	Наименование груза	Марка авто.	Грузо подем	L, км	V, км/ч	t, час	t _м , час	Q _{сут}	q _ф , т	K _T	T _м	N
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Диафрагмы жесткости	панелей оз ЗИЛ-130в	9	32	15	0,74	0,05	103	9	1	7,2	1
2	Плиты перекр, колоны, риг	плитово з ЗИЛ-130в	9	32	15	0,74	0,05	61	9	1	7,2	5
3	Кирпич	ЗИЛ-130	5	25	24	0,26	0,05	43	5	1	7,2	3
4	Бетон	автобет см. ЗИЛ-130	3,5	30	26	0,75	0,05	9,3	3,5	1	7,2	1
5	Прочее	бортово й ЗИЛ-130	3,5	30	24	0,26	0,05	12	3,5	1	7,2	1

5. Экономика строительства

Введение

В экономической части дипломного проекта разработаны сметы: на общестроительные работы, сантехнические работы, электромонтажные работы, на приобретение и монтаж оборудования.

Локальная смета на общестроительные работы составлена на основе подсчетов объемов работ по чертежам и сборникам ТЕР в ценах 2001 г. (составлена в ценах ФЕР – 2001).

Локальные сметы на электромонтажные, сантехнические, монтаж оборудования разработаны по укрупненным показателям сметной стоимости.

Расчет локальных смет сводим в объектную смету. Далее составляем свободный сметный расчет, основанием для которого служит объектная смета. В заключительной части дипломного проекта производим сравнение технико-экономических показателей проекта.

. Определение капитальных вложений на строительство объекта

Показатель сметной стоимости (цены) – одно из важных, характеризующих экономичность проектного решения и определяющих сумму средств (инвестиций) на реализацию проекта. Цена строительства является предметом проведения подрядных торгов (тендеров), переговоров заказчика с подрядчиком, инвестиционных конкурсов, основой при заключении контракта. Таким образом, достоверность определения сметной стоимости приобретает первостепенное значение для всех сторон, участвующих в строительстве. Из состава сметной документации в курсовой работе выполняются объектная смета и сводный сметный расчет стоимости строительства. С учетом стадии проектирования сметная стоимость определяется по укрупненным сметным нормам и ценам по состоянию на 01.01.2001 г. с последующим пересчетом в текущие цены. Нормативы, как правило, приведены на расчетную единицу измерения объекта.

При определении сметной стоимости строительства объектов в учебных целях применяется базисно-индексный метод.

Базисно-индексный метод – это использование текущих и прогнозных индексов цен по отношению к стоимости, определенной в базисном уровне или в текущем уровне предшествующего периода. Приведение к уровню текущих (прогнозных) цен выполняется путем перемножения базисной стоимости по строкам сметы и каждому из элементов технологической структуры капитальных вложений на соответствующий индекс по отрасли или виду работ с последующим суммированием итогов сметного документа по соответствующим графам.

сметного документа по соответствующим графам.

. Локальная смета

Локальные сметы - это сметы на отдельные виды работ. Они составляются по ТЕРам-2001 года на основе ведомости подсчета объемов работ по каждому виду СМР

и отдельным элементам зданий и сооружений. Из ТЕРов выбираются составляющие прямых затрат и группируются по следующим графам: всего прямые затраты, основная зарплата, эксплуатация машин и механизмов, в том числе зарплата машинистов и трудозатраты на единицу измерения.

Умножением соответствующих граф на объем СМР получают соответствующие затраты на весь объем выполняемых работ. Далее осуществляют суммирование всех затрат и определение накладных расходов, сметной прибыли и сметной стоимости в ценах 2001 года. Перевод в текущие цены 2007 года осуществляется путем умножения на коэффициент удорожания.

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА №1

на общестроительные работы бэтажного Медицинского реабилитационного центра

Составлена в текущих ценах на 1.06.2017г.

Сметная стоимость -	8909.61	тыс.руб.
Сметная		
трудоемкость -	341.88	тыс.чел.час
Сметная з/п -	2437.54	тыс.руб.
Средний разряд -	4	

№ п/п	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы,руб		Общая стоимость, руб			Затраты труда рабочих чел-час не занятых обслуживанием машин	
			всего	экспл маш в т.ч. з/п	всего	з/п	экспл маш в т.ч. з/п	обсл-щих машин	
								на ед.	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Общестроительные работы, м ³	28040	290.4 77.01	13.77 6.072	8142816	2159360.4	386110.8 170258.88	10.45 0.835	293018 23413.4
2	Итого прямые затраты				8142816	2159360.4	386110.8 170258.88		293018 23413.4
3	В том числе:								
4	Стоимость материалов				5597344.8				
5	Изделий, конструкций								
6	Всего з/п					2329619.28			
7	Общепроизв расходы				766793				
8	Трудоемкость в общепр расходах								25453
9	З/п в общепр расходах					107919			
	Всего по смете				8909609				
	Сметная трудоемкость								341884.4
	Сметная зарплата					2437538.28			

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА №2

на внутренние санитарно-технические работы этажного Медицинского реабилитационного центра

Составлена в текущих ценах на 1.06.2017г.

Сметная стоимость - 1503.59 тыс.руб.
 Сметная
 трудоемкость - 54.04 тыс.чел.час
 Сметная з/п - 397.77 тыс.руб.
 Средний разряд - 5.6

№ п/п	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб		Общая стоимость, руб			Затраты труда рабочих чел-час не занятых обслуживанием машин	
			всего	экспл маш в т.ч. з/п	всего	з/п	экспл маш в т.ч. з/п	обслужив машин	
								на ед.	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Устройство отопления, 100м ³	280.4	1826	50.6	512010.40	128927.92	14188.24	57.8	16207.12
			459.8	33.01			9256.00	2.94	824.38
2	Устройство вентиляции, 100м ³	280.4	969.76	25.63	271920.70	71067.38	7136.65	30.6	8580.24
			253.45	18.3			5131.32	1.54	431.82
3	Устройство водопровода, 100м ³	280.4	385.85	10.33	108192.34	27456.77	2896.53	27.2	7626.88
			97.92	24.2			6735.68	1.36	381.34
4	Устройство канализации, 100м ³	280.4	1716.56	46.2	481323.42	123998.49	12954.48	54.5	15281.80
			442.22	30.08			8434.43	2.73	765.49
5	Горячее водоснабжение, 100м ³	280.4			0.00	0.00	0.00		0.00
							0.00		0.00
6	Газоснабжение, 100м ³	280.4			0.00	0.00	0.00		0.00
							0.00		0.00
		Итого				1373446.87	351450.56	37225.90 29607.44	47696.04 2403.03
		В том числе:							
		Стоимость материалов				984770.408			
		Всего з/п					381057.99		

	Общепроизв расходы				130148				
	Трудоемкость в общепр расходах								3942
	З/п в общепр расходах					16714			
	Всего по смете				1503594.87				
	Сметная трудоемкость								54041.07
	Сметная зарплата					397771.99			

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА №3

на внутренние электромонтажные работы бэтажного Медицинского реабилитационного центра

Составлена в текущих ценах на 1.06.2007г.

Сметная стоимость -	306.96	тыс.руб.
Сметная		тыс.чел.ча
трудоемкость -	12.38	с
Сметная з/п -	143.62	тыс.руб.
Средний разряд -	4.1	

№ п/п	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб		Общая стоимость, руб			Затраты труда рабочих чел-час не занятых обслуживанием машин	
			всего	экспл маш в т.ч. з/п	всего	з/п	экспл маш в т.ч. з/п	обслужив машин	
								на ед.	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Устройство внутреннего электроосвещения, тыс м ³	28.04	2426.43 990	112.2 45.10	68037.10	27759.60	3146.09 1264.60	90 4.1	2523.60 114.96
2	Устройство телефонизации, тыс м ³	28.04	2534.2 1344	69.44 19.20	71058.97	37685.76	1947.10 538.37	112 1.92	3140.48 53.84
3	Устройство радиофикации, тыс м ³	28.04	2534.2 1344	69.44 19.20	71058.97	37685.76	1947.10 538.37	112 1.92	3140.48 53.84
4	Устройство диспетчерской связи, тыс м ³	28.04	1166.5 576.43	37.4 12.3	32708.66	16163.10	1048.70 344.89	48 1.02	1345.92 28.60
5	Устройство пожарной сигнализации, тыс м ³	28.04	957.03 484.45	29.04 8.82	26835.12	13583.98	814.28 247.31	40 0.77	1121.60 21.59
	Итого прямые затраты				269698.81	132878.20	8903.26 2933.54		11272.08 272.83
	В том числе:								
	Стоимость материалов				127917.36				
	Всего з/п					135811.7			
	Общепроизв расходы				37265				
	Трудоемкость в общепр расходах								837
	З/п в общепр расходах					7805			
	Всего по смете				306963.81				
	Сметная трудоемкость								12381.91
	Сметная зарплата					143616.74			

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА №4

на приобретение и монтаж технологического оборудования 6этажного Медицинского реабилитационного центра

Сметная стоимость -	478.56	тыс. руб.
в т.ч. оборудование -	209.07	тыс. руб.
монтажные работы -	269.48	тыс. руб.
		т. чел-
Сметная трудоемкость -	25.52	час.
Сметная заработная плата -	214.21	тыс. руб.
Средний разряд -	5.7	

Составлена в текущих ценах на
1.06.2007г.

Шифр номера позиции нормати ва	Наименование работ и затрат, единица измерения	Кол- во	Стоимость единицы, руб			Общая стоимость, руб				Затраты труда рабочих, чел-час, не занятых обслуживанием машин			
			оборудован ия	монтажных работ		оборудован ия	монтажных работ			экспл маш	обслуж. машины		
				всего	экспл маш		з/п	всего	з/п		экспл маш	на единиц у	всего
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Укруп- ленные показатели	Приобретение и монтаж технолог оборудования, тыс м ³	28.04	7040	7616.4 7112	517 312.4	197401.6	213563.8 6	199420.4 8	14496.6 8 8759.70	830 29.44	23273.2 825.50		
	Запасные части 1%					1974.016							
	Итого					199375.62							
	Тара и упаковка 0,5%					997							
	Итого					200372							
	Транспортные расх 3%					6011							
	Итого					206384							
	Заготовит работы 0,9%					1857							
	Итого					208241							
	Комплектация 0,4%					833							
	Итого прямые затраты					209074	213563.8 6	199420.4 8	14496.6 8 8759.70		23273.2 825.50		

	В т.ч. стоим материалов, изделий, констр							
	Всего заработная плата					208180.18		
	Общепроизводственные расходы				55920			
	Трудоемкость в общепр расходах							1422
	З/п в общепр расходах					6030		
	Стоимость монтажных работ				269483.86			
	Всего по смете				478558			
	Сметная трудоемкость							25520.70
	Сметная заработная плата					214210.18		

РАСЧЕТ № 1 - 1

общепроизводственных расходов к локальным сметам №1, №2, №3 №4

№	Обоснование	Нормативно расчетная трудоемкость в прямых затратах, чел-час	Уср коэф-ты перехода от нормативно-расчетной трудоемкости работ, предусматриваемых в ПЗ к трудозатратам работников, з/п к-рых учитывается в общепроиз расходах	Трудо емкость в общепр ои з- водственн ых расходах, чел-час гр3хгр4	Усредненна я стоимостьч ел-часа работников, з/п кот учитываетс я в общепр расходах, руб.	1 блок	З/п в прямы х затрат ах, руб	2 блок	Усредн показате ль определени я средств на покрыт ие остальны х статей общепр расход ов, руб/чел ч	3 блок	Всего общепр ои зв расходы, руб гр7+гр9+ +гр11
						З/п в общепр ои з- водственн ых расходах, руб гр5хгр6		Сборы на соцстрах, пенсион. и фонд занятост и, несчастн ый случай, руб (гр7+гр8) х х0,4055		Средства на покрыт ие остальны х статей общепр ои зв расходов, руб гр3хгр10	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Локальная смета №1	341886	0.086	29402	9.33	274322	232961 9	1055898	1.3	444452	1774673
2	Локальная смета №2	66833	0.076	5079	9.33	47390	381058	173736	1.3	86883	308008
3	Локальная смета №3	11545	0.07	808	9.33	7540	135812	58129	1.3	15009	80678
4	Локальная смета №4	24099	0.057	1374	9.33	12816	208180	89614	1.3	31329	133759
	Всего	444363		36663		342069	305466 9	1377377		577672	2297118

Объектная смета

на строительство 6этажного Медицинского реабилитационного центра объемом 28 040 м³

Сметная стоимость - 182682.00 тыс.руб
 Сметная трудоемкость - 500.65 тыс.чел-час
 Сметная зарплата - 3776.03 тыс.руб

Средний разряд работ - 4.3

№ п/п	№№ смет	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс.руб					Сметная трудоемкость, тыс.чел-час	Сметная з/п, тыс.руб	Показатели ед. стоим.
			строительных	монтажных	оборудования	прочих	всего			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Локальная смета №1	Общестроительные работы	89096.1			8142.4	0	341.88	2437.54	0.0
2	Локальная смета №2	Внутренние сантехнические работы	15035.9			1373.445	0	54.04	397.77	0.0
3	Локальная смета №3	Внутренние электро-монтажные работы		30696		306.96	30696	12.38	143.62	1057.4
4	Локальная смета №4	Приобретение и монтаж оборудования		26948	20907	269.5	47855	8.91	167.76	1648.5
		Итого	104131.00	57644.00	20907.00	10090.45	182682.00	500.65	3776.03	3247.03

234808.57 тыс.руб.

Сводный сметный расчет в сумме -

804.67 тыс.руб.

В числе возвратных сумм -

СВОДНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Медицинского реабилитационного центра объемом 28,04 тыс.м³

№ п/п	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость, тыс.руб.		Прочие затраты, тыс.руб.	Общая сметная стоимость, тыс.руб.
		СМР	Оборудование		
1	2	3	4	5	6
Глава 1. Подготовка территории строительства					
2	Подготовка территории строительства	4009.12			4009.12
3	Отведение территории			4197.20	80182.4
	Итого по главе 1:	4009.12		4197.20	84191.52
Глава 2. Основные объекты строительства					
4	Областной реабилитационный центр	161775	20907	10090.04	192772
Глава 3. Объекты подсобного обслуживающего назначения					
5	Бытовые помещения	6471.00	836.28	403.6	7684.48
	Итого по главе 2- 3:	168246.00	21743.28	10493.00	200456
Глава 4. Объекты энергетического хозяйства					
6	Электроснабжение	16824.6	3044.06	0	19868.66
Глава 5. Объекты транспортно-хозяйства и связи					

7	Объекты транспортного хозяйства и связи	8412.30	1087.16	524.65	10022.8
Глава 6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, тепло- и газоснабжения					
8	Внутриплощадочные сети водопровода, канализации и тепло-газоснабжения	7066.33	913.22	440.7	8419.15
Глава 7. Благоустройство и озеленение					
9	Вертикальная планировка территории, Устройство тротуаров, дорожек, Озеленение территории, Ограждение территории	10022.80			10022.8
Итого по главам 1 - 7:		214579.80	26787.00	15655.55	332980.93
Глава 8. Временные здания и сооружения					
10	Затраты на временные здания и сооружения	5364.49			5364.49
Итого по главам 1 - 8:		219944.29	26787.00	15655.55	338345.42
Глава 9. Прочие работы и затраты					
11	Дополнительные работы и затраты при производстве работ в зимнее время	3299.16			
12	Затраты на аккордную оплату труда рабочих			3739.05	3739.05
13	Затраты, связанные с подвижным характером работ			8137.94	8137.94
Итого по главам 1 - 9:		223243.45	26787.00	27532.54	350222.41
Глава 10. Содержание тех.надзора					
14	Содержание дирекции строящихся предприятий и авторский надзор			155000	155000
Глава 11. Подготовка эксплуатации кадров					

15	Расход на подготовку эксплуатации кадров			3502.22	3502.22
Глава 12. Проектные и изыскательские работы					
16	Проектные работы и изыскат. работы			10506.67	10506.67
	Итого по главам 1 - 12:	47117.45	26787.00	145328.43	219231.30
17	Резерв средств на непредвиденные расходы и затраты	15576.94			15576.94
18	Всего по сводному сметному расчету:	62693.39	26787.00	145328.43	234808.24

6. Вопросы экологии и безопасности жизнедеятельности

6.1. Вопросы охраны труда и безопасного производства работ

Вопросы охраны труда и безопасного производства работ учитывались в разделах проектирования и конструирования несущих конструкций здания, а также в организационно-технологическом разделе проекта. Все решения дипломного проекта основывались на нормативной и законодательной базе охраны труда:

1. Закон России «Об охране труда» от 1992 г.
2. СНиП-III-4-80 (издание 1989г.) «Техника безопасности в строительстве».
3. «Перечень нормативных документов в области строительства, которые действуют на территории России», утвержденные Минстройархитектуры России от 10.03.94 г. №45.
4. «Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов».
5. Закон России «О пожарной безопасности» от 1993г.
6. Закон России «Об обеспечении санитарного и эпидемиологического благополучия населения» от 1994 г.
7. Закон России «Об обязательном государственном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний, повлекших утрату трудоспособности» от 2001 г.
8. СНиП 3.08-01-85 «Механизация строительного производства. Рельсовые пути башенных кранов».
9. ГОСТ 12.1.004-75 при производстве сварочных и других огнеопасных работ.
10. ГОСТ 12.1.004-85 для хранения вредных и опасных веществ.

6.2. Характеристика опасностей, ожидаемых во время строительства объекта

А. Земляные работы:

Безопасность труда при разработке котлованов и траншей должна быть обеспечена путем:

- устройства откосов согласно табл. 4 СНиП-III-4-80;
- устройством водоотлива поверхностных дождевых вод;
- размещением вынимаемого грунта, оставляемого для обратной засыпки в пазах котлованов после монтажа фундаментов, на безопасном расстоянии от подошвы выемки;
- устройством ограждений, указателей и световой сигнализации в опасной зоне у выемок;
- организация надзора за безопасностью ведения работ и состоянием устойчивости бортов выемок.

Дополнительные мероприятия по увеличению устойчивости откосов котлованов:

- уменьшение внешней нагрузки на бровку котлована, т.е. ничего нельзя складировать на бровках котлована;
- устройство поверхностного водоотвода.

При эксплуатации экскаватора с обратной лопатой и автосамосвалов, возможно обрушение откоса котлована и падение в котлован при самопроизвольном перемещении экскаватора и его подвижных частей (ковша), ввиду неисправного состояния экскаватора или автосамосвала, недостаточной квалификации рабочих, управляющих машинами. Для предотвращения подобных факторов необходим постоянный контроль со стороны линейных инженерно-технических работников на строительной площадке (прораб, мастер, линейный механик). Согласно табл. 3 СНиП-III-4-80 наименьшее допустимое расстояние до подошвы котлована 2,0 м при глубине котлована до 2 м.

Загазованность воздуха рабочей зоны может возникнуть от работы двигателя внутреннего сгорания экскаватора и автосамосвала. В воздухе может содержаться до 300 мг/м³ отработанных газов бензина, дизельного топлива, которые могут вызывать отравление. Шум, возникающий от работы двигателей, может достигать 80 – 95 дб, что в свою очередь влияет на понижение слуха.

Б. Монтаж строительных конструкций:

В процессе монтажа строительных конструкций рассматриваются два наиболее опасных случая: при подъеме и после установки на опорах, но до установки постоянных связей и закреплений. При выборе и обосновании монтажа отдельных конструкций необходимо произвести расчетную проверку конструкций на условия, которые могут возникнуть на различных стадиях монтажа. Таких как потеря несущей способности (общую потерю устойчивости, разрушение, качественное изменение конфигурации) и появление недопустимых прогибов, осадок, трещин.

При расчете конструкций на монтажные условия следует учитывать:

- постоянные нагрузки (собственный вес);
- временные нагрузки (ветровые, от монтажных приспособлений, механизмов, динамических воздействий при перемещении и ударах в момент подъема и опускания или стыковки монтируемых конструкций).

По СНиП-III-4-80 производство монтажных работ разрешается при скорости ветра не более 15 м/с, а при монтаже конструкций, обладающих большой парусностью (диафрагмы жесткости) – не более 10 м/с.

Опасными факторами являются:

- гравитация, которая характеризуется возможностью падения рабочих с высоты (монтажных площадок, лестниц, подмостей);
- обрыв поднимаемого груза (конструкции) в результате выхода из рабочего состояния монтажного приспособления;
- ветровая и грозовая метеобстановка на площадке. При ветре 16 м/с и более работа на высоте более 5 м прекращается, т.к. при усиленном ветре более 5 м/с происходит раскачивание груза, разрушение ранее смонтированных конструкций, падение рабочих с высоты, опрокидывание монтажного крана с большой парусностью стрелы;
- проход электрического тока через тело человека.

Расчет ожидаемого числа поражений молнией в год зданий не оборудованных молнезащитой.

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

где: S, L, h – ширина, длина, высота здания; n – среднее годовое число ударов молнии на 1 км² в месте расположения здания n = 1 при интенсивности грозовой деятельности грозовой деятельности r в год 10 – 20.

$$N = 119 \cdot 37 \cdot 15,41 \cdot 1 \cdot 10^{-6} = 0,68$$

Источником поражения человека электрическим током может быть электросварочный аппарат СТН-506 с напряжением 380/220В незаземленный.

В. Кровельные работы:

Опасными и вредными факторами являются:

- гравитация (падение с крыши);
- ветровая и грозовая метеорологическая обстановка;
- высокая температура (до 180⁰С) горячей битумной мастики (ожоги, возможность возникновения пожара);
- токсическая загазованность (при работе с растворителями, мастиками, грунтовками).

Последствия являются: ожоги, отравления, которые воздействуют на состав крови человека, вызывая нарушения режима питания организма кислородом и т.д.

6.3. Решения по обеспечению безопасности наиболее опасных видов СМР

Монтаж строительных конструкций

Во время монтажных работ можно ожидать:

- обрыв стропов;
- обрушение смонтированных конструкций;
- падение с высоты;
- поражение электрическим током при выполнении электросварочных работ;
- опрокидывание монтажного крана.

Для предупреждения обрыва троса 4хветвевое стропа для подъема плит перекрытия выполним его расчет и подбор сечения одной ветви стропа:

$$S = P / (\cos\varphi \cdot n) = 1680 / (0,632 \cdot 4) = 665 \text{ кг}$$

Разрывное усилие в стропе:

$$S_p = S_k = 665 \cdot 1,2 = 797 \text{ кг}$$

Принимаем строп из каната ТК 6 х 37 с пределом прочности проволок 1700 т/м².

Для предупреждения травмирования рабочих при обрушении конструкций при подъеме, монтаже необходимо соблюдение размеров опасной зоны работы монтажного крана по всему радиусу вылета стрелы, в пределах которой размещение временных сооружений и мест частого пребывания людей не разрешается. Это рабочий вылет стрелы крана при монтаже наиболее удаленной конструкции плюс 10 м. Пребывание людей в этой зоне опасного и ограниченного путем установки ограничений и предупредительных знаков.

Для предотвращения падения рабочих с высоты предусматривается наличие у монтажников предохранительных поясов, касок и устройство ограждения по периметру этажа здания и в монтируемых пролетах.

Для предупреждения поражения электрическим током при сварочных работах предусматривается применение пониженного напряжения, при котором прикосновение человека к электросети не превышает допустимого значения. Предусматривается заземление электросварочного аппарата, электросварщик имеет индивидуальные средства защиты (щиток, рукавицы, спецодежда, спец обувь).

6.4. Указания по технике безопасности

1. Запрещается выполнять строительно-монтажные работы, связанные с нахождением людей в одной секции, над которой производится перемещение, установка или временное закрепление элементов и конструкций, а также перемещение оборудования краном.

2. Запрещается подъем сборных железобетонных конструкций не имеющих монтажных петель, а также маркировки или меток, обеспечивающих их правильное закрепление и монтаж.

- грузозахватные приспособления должны иметь клеймо и прочно закрепленную бирку с указанием номера приспособления, его грузоподъемности и даты испытания;

- грузовые крюки грузозахватных средств должны быть снабжены предохранительными устройствами, предотвращающими самопроизвольное выпадение груза.

3. Во время перерывов в работе не допускается оставлять поднятые элементы конструкций на весу. Расстроповку конструкций производить после надежного закрепления их постоянными или временными связями.

4. Проемы в перекрытиях, предназначенные для монтажа оборудования, устройства лифтов, лестничных клеток и т.п., к которым возможен доступ людей, должны быть закрыты сплошными настилами или иметь ограждения. Проемы в стенах при одностороннем примыкании к ним настила (перекрытия) должны ограждаться, если расстояние от уровня настила до низа проема меньше 0,7 м.

5. В тех случаях, когда зона, обслуживаемая краном, полностью не обзревается из кабины машиниста, для передачи сигналов строповщика машинисту, приказом назначается сигнальщик из числа опытных строповщиков.

6. Подъем сыпучих и мелкоштучных грузов производить в специально предназначенной таре. При этом заполнять тару не выше установленной нормы.

7. Скорость движения автотранспорта вблизи мест производства работ не должна превышать 10 км/ч на прямых участках и 5 км/ч на поворотах.

6.5. Мероприятия по электробезопасности

1. Шкаф распреустройства обеспечить замком.

2. Заземлить пути башенного крана, выполнить очаги повторного заземления у ящика, питающего кран.

3. Все металлические нетоковедущие части электроустановок, не находящиеся под напряжением заземлить.

4. Во избежание быстрого износа кабеля, питающего электроэнергией башенный кран, вдоль рельсового пути сделать песчаную подсыпку.

5. Все пусковые устройства должны быть размещены так, чтобы исключить возможность пуска машин и механизмов посторонними лицами.

6. Рабочие места, проезды, проходы и склады на строительной площадке в темное время суток должны быть освещены.

6.6.Противопожарные мероприятия

1. Строительная площадка должна иметь въезд и выезд.

2. Оборудовать на площадке два противопожарных поста, состоящих из щита и первичных средств пожаротушения, ящика с песком и бочки с водой. Не допускается использование первичных средств пожаротушения не по назначению.

3. Не загромождать подъезды, проезды, входы в здания, а также подходы к инвентарю.

4. Расстояние от места производства электросварочных работ до места расположения электросварочного аппарата должно быть не менее 0,5м.

5. Сварочные работы ведутся на высоте с подмостей. При этом сварщик снабжается сумкой для электродов и ящиком для огарков. При работе в сырую погоду, сварщик должен иметь диэлектрические перчатки и обувь.

7.НИР

7.1. Общие сведения

Строительство Медицинского реабилитационного центра будет производиться в г. Сочи. В районе строительства преобладает северный ветер. Сейсмический район – 6 баллов.

В районе строительства находятся парки, санатории, дома отдыха и т.п. Рядом с участком нет производств и магистралей.

Участок строительства и прилегающие к нему территории имеют спокойный рельеф. На прилегающей территории находится уже сложившаяся жилая застройка из 5-ти и 9-ти этажных домов.

Генеральный план участка

Участок строительства правильной формы, с размерами в плане – 122x104 м. В качестве основания за несущий слой для фундаментов в проекте принят слой ИГЭ – суглинок коричневый полутвердый известковистый.

Сейсмичность района строительства 6 баллов, На основании данных инженерно – геологических изысканий и с учетом сейсмичности площадки строительства, фундаменты под строительство Медицинского реабилитационного центра приняты в виде монолитных железобетонных ростверков на свайном основании.

В проекте вертикальной планировки с целью исключения замачивания поверхностными водами котлована на участке застройки предусмотрено устройство подпорных стенок, лотков, водостоков и нагорных канав.

Инженерно-геологические изыскания

Инженерно-геологические условия территории, в границах которой расположен участок проектируемого строительства, в целом изучены.

Для решения поставленных задач выполнен комплекс инженерно-геологических изысканий, включающий: сбор, изучение и систематизацию материалов предыдущих исследований, инженерно-геологическую съемку, бурение скважин, лабораторные испытания физико-механических свойств грунтов, сейсморазведку.

Все виды работ выполнены с учетом имеющихся материалов по району исследований и в соответствии с требованиями СНиП, ГОСТ и нормативных документов по инженерным изысканиям для строительства.

Интерпретация результатов была выполнена на основе пластовой модели.

В грунтовом массиве прослеживаются 3 границы раздела, которые соответствуют сверху вниз:

- почвенно- растительный слой;
- глина ;
- супесь;
- суглинок

Таким образом, преобладающими грунтами в пределах 10-метрового слоя в соответствии со по сейсмическим свойствам являются грунты II категории, и сейсмичность площадки соответствующей нормативной.

7.2. Оценка грунтовых условий участка застройки

ИГЭ 1:Почвенно-растительный слой. Мощность – 1 м.

ИГЭ 2:Глина . Мощность – 4 м

ИГЭ 3:Супесь . Мощность – 6 м.

ИГЭ 4. Суглинок . Мощн– более 20 м.

Физико-механические свойства грунтов представлены в таблице 1.
. Физико-механические характеристики грунтов.

1) Глина:

– коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + 0,01 \cdot \omega) - 1$$
$$e = \frac{26,90}{18,20} \cdot (1 + 0,01 \cdot 39) - 1 = 1,05$$

– коэффициент относительной сжимаемости:

$$m_{\vartheta} = \frac{m_0}{1 + e}$$
$$m_{\vartheta} = \frac{0,16}{1 + 1,1} = 0,08 \text{ мПа}^{-1}$$

– модуль деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_{\vartheta}}$$
$$\beta = 1 - \frac{2\vartheta^2}{1 - \vartheta}$$

Где $\vartheta=0,35$ – коэффициент Пуассона для суглинок;

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0,42^2}{1 - 0,42} = 0,39$$
$$E = \frac{0,39}{0,08} = 4,8$$

– степень влажности:

$$S_r = \frac{0,01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$
$$S_r = \frac{0,01 \times 39 \times 26,9}{1,05 \cdot 10} = 0,97$$

– число пластичности:

$$J_p = \omega_L - \omega_p$$
$$J_p = 50 - 30 = 20 - \text{глина}$$

–показатель текучести:

$$J_L = \frac{\omega - \omega_p}{J_p}$$
$$J_L = \frac{39 - 26,30}{20} = 0,5 - \text{мягкопластичная}$$

2) Супесь:

– коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + 0,01 \cdot \omega) - 1$$

$$e = \frac{26,50}{19,2} \cdot (1 + 0,01 \times 22) - 1 = 0,7$$

– коэффициент относительной сжимаемости:

$$m_{\vartheta} = \frac{m_0}{1 + e}$$

$$m_{\vartheta} = \frac{0,16}{1 + 0,7} = 0,08 \text{ мПа}^{-1}$$

– модуль деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_{\vartheta}}$$

$$\beta = 1 - \frac{2\vartheta^2}{1 - \vartheta}$$

Где $\vartheta=0,3$ – коэффициент Пуассона для песков, супесей;

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0,3^2}{1 - 0,3} = 0,7$$

$$E = \frac{0,7}{0,9} = 0,7$$

– степень влажности:

$$S_r = \frac{0,01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$

$$S_r = \frac{0,01 \cdot 39 \cdot 26,8}{1,05 \cdot 10} = 0,9$$

3) Суглинок :

– коэффициент пористости:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + 0,01 \cdot \omega) - 1$$

$$e = \frac{26,60}{19,0} \cdot (1 + 0,01 \cdot 27) - 1 = 0,7$$

– коэффициент относительной сжимаемости:

$$m_{\vartheta} = \frac{m_0}{1 + e}$$

$$m_{\vartheta} = \frac{0,16}{1 + 0,7} = 0,09 \text{ мПа}^{-1}$$

– модуль деформации:

$$E = \frac{\beta}{m_{\vartheta}}$$

$$\beta = 1 - \frac{2\vartheta^2}{1 - \vartheta}$$

$$\beta = 1 - \frac{2 \cdot 0,35^2}{1 - 0,35} = 0,62$$

$$E = \frac{0,62}{0,09} = 6,8$$

– степень влажности:

$$S_r = \frac{0,01 \cdot \omega \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}$$

$$S_r = \frac{0,01 \cdot 43 \cdot 26,90}{1,1 \cdot 10} = 1,$$

– число пластичности:

Заключение: площадка в целом пригодна для возведения сооружений.

Почвенно-растительный слой не может служить естественным основанием; основанием может быть суглинки или супеси

7.3. Сбор нагрузок

Постоянные нагрузки:

№ п/п	Наименование элементов	Нагрузка, кН/м ²
1	Слой гравия ($\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$) – 10 мм	0,15
2	Наплавляемый рулонный материал – 1 слоя	0,1
3	Цементная стяжка ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$) – 20 мм	0,4
4	Утеплитель ($\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) – 150 мм	0,75
5	Разуклонка из керамзитового гравия – 100 мм	0,7
6	Пароизоляция	0,05
7	Железобетонная плита	2,2
	ИТОГО $q_{\text{покр}}$	4,35

На колонны передается следующая нагрузка от покрытия:

$$N_{\text{покр.кр}} = q_{\text{покр}} \cdot A_{\text{кр}} + N_{\text{риг.кр}} = 4,35 \cdot 21,6 + 25 \cdot 0,12 \cdot 3 = 102,96 \text{ кН}$$

$$N_{\text{покр.ср}} = q_{\text{покр}} \cdot A_{\text{ср}} + N_{\text{риг.ср}} = 4,35 \cdot 43,2 + 25 \cdot 0,12 \cdot 6 = 205,92 \text{ кН}$$

где: $q_{\text{покр}}$ – вес 1 м² покрытия, кН/м²; $A_{\text{кр}}$, $A_{\text{ср}}$ – грузовые площади (см. рис.);
 $N_{\text{риг.кр}} = \gamma \cdot b \cdot h \cdot (l / 2)$; $N_{\text{риг.ср}} = 2 \cdot N_{\text{риг.кр}}$.

б) Нагрузки от перекрытия:

№ п/п	Наименование элементов	Нагрузка, кН/м ²
1	Линолеум – 5 мм	0,015
2	Цементная стяжка ($\rho = 2000 \text{ кг/м}^3$) – 50 мм	1
3	Звукоизоляция (керамзит $\rho = 500 \text{ кг/м}^3$) – 25 мм	0,125
4	Железобетонная плита – 220 мм	2,2
	ИТОГО $q_{\text{пер}}$	3,34

$$N_{\text{пер.кр}} = (q_{\text{пер}} \cdot A_{\text{кр}} + N_{\text{риг}} / 2) \cdot n = (3,34 \cdot 21,6 + 16,4/2) \cdot 5 = 401,72 \text{ кН}$$

$$N_{\text{пер.ср}} = q_{\text{пер}} \cdot A_{\text{ср}} \cdot n + N_{\text{риг}} = (3,34 \cdot 43,2 + 16,4) \cdot 5 = 803,44 \text{ кН}$$

где: $q_{\text{пер}}$ – вес 1 м² перекрытия, кН/м², n – число перекрытий, $N_{\text{риг}}$ – собственный вес ригеля.

в) Вес наружной самонесущей стены:

$$N_{\text{ст.кр}} = q_{\text{ст.кр}} \cdot (A_{\text{ст}} - A_{\text{ост}}) = 9,69 \cdot (7,2 \cdot 19,8 - 1,8 \cdot 1,8 \cdot 4) = 1255,82 \text{ кН}$$

где: $q_{\text{ст.кр}}$ – вес 1 м² наружной стены, кН/м²; $A_{\text{ст}} = L \cdot H$; L – шаг колонн; H – высота стены; $A_{\text{ост}}$ – площадь остекления.

$$N_{\text{ст.кр.}} = N_{\text{ст.кр.}} / 7,2 = 1255,82 / 7,2 = 174,42 \text{ кН/п.м.}$$

г) Вес колонны:

$$N_{\text{к.кр}} = N_{\text{к.ср}} = A_{\text{к}} \cdot H_{\text{к}} \cdot \gamma_{\text{ж/б}} = 0,16 \cdot 19,8 \cdot 25 = 79,2 \text{ кН}$$

высота, м; $\gamma_{\text{ж/б}} = 25 \text{ кН/м}^3$ – вес кубометра железобетона.

Временные нагрузки:

а) Снеговая нагрузка:

$$N_{\text{сн.кр}} = S \cdot A_{\text{кр}} \cdot \psi_2 = 0,5 \cdot 21,6 \cdot 0,9 = 9,72 \text{ кН}$$

$$N_{\text{сн.ср}} = S \cdot A_{\text{ср}} \cdot \psi_2 = 0,5 \cdot 43,2 \cdot 0,9 = 19,44 \text{ кН}$$

где: $S = S_0 \cdot \mu = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ – полное нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия, кН/м²; $S_0 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ – нормативное значение веса снегового покрова на 1 м² горизонтальной поверхности земли; $\mu = 1$ – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие; $\psi_2 = 0,9$ – коэффициент сочетания нагрузок.

б) Кратковременная полезная нагрузка на перекрытия:

$$N_{\text{полезн.кр}} = \eta \cdot A_{\text{кр}} \cdot n \cdot \psi_A \cdot \psi_n \cdot \psi_2 = 2 \cdot 21,6 \cdot 5 \cdot 0,96 \cdot 0,71 \cdot 0,9 = 132,5 \text{ кН}$$

$$N_{\text{полезн.ср}} = \eta \cdot A_{\text{ср}} \cdot n \cdot \psi_A \cdot \psi_n \cdot \psi_2 = 2 \cdot 43,2 \cdot 5 \cdot 0,96 \cdot 0,71 \cdot 0,9 = 265 \text{ кН}$$

где: $\eta = 2,0 \text{ кН/м}^2$ - нормативная равномерно распределенная нагрузка на перекрытия; n – число перекрытий; ψ_A , ψ_n – коэффициенты сочетания; $\psi_2 = 0,9$.

- для операционной площадью 42 м^2 :

$$\psi_A = 0,5 + 0,5 / 1,08 = 0,96$$

- при количестве перекрытий $n = 5$:

$$\psi_n = 0,5 + (0,96 - 0,5) / 2,24 = 0,71$$

Сводная таблица нагрузок

№ п/ п	Вид нагрузки	Нагрузка на фундамент			
		Крайний		Средний	
		N, кН	M, кН·м	N, кН	M, кНм
	а) <u>Постоянные</u>				
1	Вес покрытия	103,0	-	205,9	-
2	Вес перекрытий	401,72	-	803,44	-
3	Вес колонн	79,2	-	79,2	
	ВСЕГО	583,92	-	1088,54	-
	б) <u>Временные</u>				
4	Вес снега	19,4	-	9,7	-
5	Вес полезной нагрузки	132,5	-	265	-
	ВСЕГО ($\Sigma \cdot 0,9$)	136,71	-	247,23	-
	В С Е Г О	720,63	144,13	1335,77	267,15
6	Вес наружной стены	174,42 кН/м.п.	-	-	-

7.4. Проектирование фундамента мелкого заложения

Для жилого здания с подвалом, коэффициент теплового режима, равен 0,4.

Учитывая конструктивные особенности здания (наличие подвала), назначаем отметку подошвы фундамента, исходя из конструктивных требований, равной -3,300 м.

Определим ширину подошвы фундамента из условия, чтобы среднее давление P под его подошвой не превышало расчетного сопротивления грунта основания R .

Назначаем в первом приближении ширину подошвы фундамента $b=1,0 \text{ м}$.

Определяем расчетное сопротивление грунта основания по формуле

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_y \cdot K_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot C_{II}]$$

Где γ_{c1} и γ_{c2} – коэффициенты условий работы, принимаемые по таблице 3 СНиП 2.0201-83;

M_y, M_q, M_c – коэффициенты, принимаемые по таблице 4;

K_z – коэффициент, принимаем равным 1;

b – ширина подошвы фундамента, м;

γ_{II} – осредненное расчетное значение удельного веса грунтов, залегающих ниже подошвы фундамента (при наличии подземных вод определяется с учетом взвешивающего действия воды);

γ'_{II} – то же, для грунтов, залегающих выше подошвы фундамента;

C_{II} – расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента, кПа;

$$\gamma_{II} = \frac{4 \cdot 18,2 + 6 \cdot 19,2 + 20 \cdot 19,00}{4 + 6 + 20} = 17,6 \text{ кН/м}^3$$

$$\gamma'_{II} = \frac{1 \cdot 15 + 18,2 \cdot 2}{1 + 2} = 17,1 \text{ кН/м}^3$$

$$R = \frac{1,1 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,21 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 17,6 + 1,83 \cdot 0,5 \cdot 17,6 + 1,8 \cdot 17,6 + 4,29 \cdot 11) = 119,39 \text{ кПа}$$

Определим примерную площадь подошвы фундамента под стену:

$$b_k = \sqrt{\frac{1335,}{119,38 - 0,77 \cdot 20}} = 3,6 \text{ м}$$

Принимаем монолитный железобетонный фундамент с размерами подошвы $b=3,6$ м;

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,21 \cdot 1 \cdot 3,5 \cdot 17,6 + 2,05 \cdot 0,5 \cdot 17,6 + 1,8 \cdot 17,6 + 4,29 \cdot 11) = 130,6 \text{ кПа}$$

Среднее давление под подошвой фундамента:

$$P = \frac{N_{II}^k}{b^2} + \gamma_0 \cdot d_1 = \frac{1335,77}{3,5^2} + 20 \cdot 0,77 = 116 \text{ кПа}$$

$$P=116 \text{ кПа} < R=130,6 \text{ кПа}$$

Определим примерную площадь подошвы фундамента под колонну:

$$b_k = \sqrt{\frac{720}{119,38 - 0,77 \cdot 20}} = 3,6 \text{ м}$$

$$R = \frac{1,2 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,21 \cdot 1 \cdot 3,5 \cdot 17,6 + 2,05 \cdot 0,5 \cdot 17,6 + 1,8 \cdot 17,6 + 4,29 \cdot 11) = 130,6 \text{ кПа}$$

Среднее давление под подошвой фундамента:

$$P = \frac{N_{II}^k}{b^2} + \gamma_0 \cdot d_1 = \frac{1335,77}{3,5^2} + 20 \cdot 0,77 = 116 \text{ кПа}$$

$$P=116 \text{ кПа} < R=130,6 \text{ кПа}$$

Условие выполняется.

Расчет оснований по деформациям производят, исходя из условия:

$$S \leq S_u$$

Где S – величина совместной деформации основания и сооружения, определяемая расчетом в соответствии с указаниями. [2, прил. 2].

S_u – предельное значение совместной деформации основания и сооружения, устанавливаемое в соответствии с указаниями [2, пп 2.51 - 2.55].

Расчетную осадку определяем методом послойного суммирования осадок отдельных слоев в пределах сжимаемой толщи основания.

Вертикальное напряжение от собственного веса грунта на уровне подошвы фундамента:

$$\sigma_{zgo} = \gamma'_{II} \cdot d$$

$$\sigma_{zgo} = 2,5 = 44,5 \text{ кПа}$$

Дополнительные вертикальные напряжения на глубине z – от подошвы фундамента определяем по [[1], прил. 2, формула (2)]:

$$\sigma_{zp} = \alpha \cdot \sigma_{zpo}$$

Где α – коэффициент, принимаемый по [[1], прил. 2, табл.1];

$$\sigma_{zpo} = P - \sigma_{zgo} = 146,2 - 44,5 = 101,7 \text{ кПа}$$

Где P – среднее давление под подошвой фундамента;

Сжимаемую толщину грунта ниже подошвы фундамента разбиваем на элементарные слои мощностью $h_i = 0,4$ м. Находим дополнительные напряжения. На отметке подошвы фундамента (при $z=0$):

$$\xi = \frac{2z}{b} = 0$$

$$\alpha = 1,0$$

Для остальных точек значения σ_{zg} и σ_{zp} приведены

Расчет осадки фундамента мелкого заложения под колонну

Номер точки	$z, \text{ м}$	$\xi=2z/b$	$\sigma_{zgo}, \text{ кПа}$	$\sigma_{zpi}, \text{ кПа}$	$\sigma'_{zpi}, \text{ кПа}$	α	E_i
0	0	0	44,5	146,2		1	5,64

1	0,4	0,8	51,9	$0,8 * 146,2 = 116,96$	$\frac{146,2 + 116,96}{2} = 131,58$	0,800	5,64
2	0,8	1,6	59,3	$0,449 * 146,2 = 65,6$	$\frac{116,96 + 65,6}{2} = 91,3$	0,449	5,64
3	1,2	2,4	66,74	$0,257 * 146,2 = 37,6$	$\frac{65,6 + 37,6}{2} = 51,6$	0,257	14,8
4	1,6	3,2	81,62	$0,16 * 146,2 = 23,4$	$\frac{37,6 + 23,4}{2} = 30,5$	0,16	14,8
5	2	4	89,06	$0,108 * 146,2 = 15,8$	$\frac{23,4 + 15,8}{2} = 19,6$	0,108	14,8

Определяем осадку основания с использованием расчетной схемы в виде линейного деформируемого полупространства [[1], прил.2, формула (1)]:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \cdot h_i}{E_i}$$

$$S = 0,8 * \left(\frac{131,58 * 0,4 + 91,3 * 0,4}{5,64 * 10^3} + \frac{51,6 * 0,4 + 30,5 * 0,4 + 19,6 * 0,4}{14,8 * 10^3} \right)$$

$$= 1,5 \text{ см} < 15 \text{ см}$$

Совместная деформация основания и сооружения меньше предельного значения. Окончательно принимаем под колонну фундамент монолитный шириной 3.5 м.

7.5. Проектирование свайных фундаментов

Призматические сплошные забивные ж.б. сваи являются наиболее распространенными.

1. Определение размеров сваи:

Подшва сваи заглублена на 1,17 м в 4 слой (суглинок тяжелый, $\rho_d = 1,59 \text{ г/см}^3$ и $E = 18,7 \text{ МПа}$). Над дном котлована сохраняется недобитый участок сваи длиной 0,5 м для последующего сопряжения ее с ростверком. Исходя из этих условий принимаем сваю С 11 - 30.

Несущая способность свай-стоек:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_{CR} \cdot R \cdot A + U \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i) =$$

$$= 1,0 (1,0 \cdot 11700 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 126,7) = 1205,04 \text{ кН}$$

где: γ_c γ_{CR} γ_{cf} – коэффициенты работы сваи; R – расчетное сопротивление грунта под подошвой сваи; A и U – площадь и периметр поперечного сечения сваи;

h_i – толщина условного слоя, на которые делятся ИГЭ, пройденные сваями;

f_i – расчетное сопротивление трению грунта по боковой поверхности сваи.

Сопротивления сваи по боковой поверхности:

№ условного слоя	Z_i , м	I_L	f_i , кН/м ²	h_i , м	$h_i \cdot f_i$
1	5,14	0,4	29,3	2,33	68,3
2	7,31	1,33	0	2	0
3	9,31	1,33	0	2	0
4	11,31	1,33	0	2	0
5	12,81	1,33	0	1	0
6	13,9	0,3	49,9	1,17	58,4
					126,7

Расчетная вертикальная нагрузка на сваю:

$$N_{св} = F_d / \gamma_k = 1205,04 / 1,4 = 860,74 \text{ кН}$$

где: γ_k – коэффициент надежности.

Параметры свайного куста:

- крайнего $N = 864,76 \text{ кН}$

$$M = 172,96 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

- среднего $N = 1602,92$ кН

$$M = 320,58 \text{ кН}\cdot\text{м}$$

Количество свай в свайном фундаменте:

$$n = 1,1 N / N_{\text{св}}$$

где: N – расчетная нагрузка на фундамент от сооружения, кН; 1,1 – коэффициент, учитывающий массу ростверка.

$$n_{\text{кр}} = 1,1 \cdot 864,76 / 860,74 = 1,1$$

$$n_{\text{ср}} = 1,1 \cdot 1602,92 / 860,74 = 2,1$$

Принимаем $n_{\text{кр}} = 2$ и $n_{\text{ср}} = 3$.

Нагрузки на сваю в составе куста:

$$N_{\text{сви}} = \frac{N + G_p}{n} \pm \frac{(M_x + Q \cdot d_p) y_i}{\sum y_i^2}$$

где: $G_p = \gamma_f \cdot \gamma \cdot A_p \cdot d_p$ – вес ростверка.

Должны выполняться условия:

$$\max N_{\text{сви}} \leq N_{\text{св}}$$

$\min N_{\text{сви}} > 0$ – отражает факт работы свай на вдавливающую нагрузку.

Крайний куст:

$$G_p = 1,2 \cdot 20 \cdot 0,9 \cdot 1,5 = 32,4 \text{ кН}$$

$$N_{\text{св1,2}} = 448,58 \pm 192,18 \text{ кН}$$

$$N_{\text{св1}} = 640,76 < N_{\text{св}} = 860,74 \text{ кН}$$

$$N_{\text{св2}} = 256,4 > 0$$

Сваи работают на вдавливающую нагрузку.

Средний куст:

$$G_p = 1,2 \cdot 20 \cdot 2,25 \cdot 1,5 = 81 \text{ кН}$$

$$N_{\text{св1,2,3}} = 561,31 \pm 178,1 \text{ кН}$$

$$N_{\text{св1}} = 739,41 < N_{\text{св}} = 860,74 \text{ кН}$$

$$N_{св2,3} = 383,21 > 0$$

Сваи работают на вдавливающую нагрузку.

2. Расчет осадки свайного фундамента:

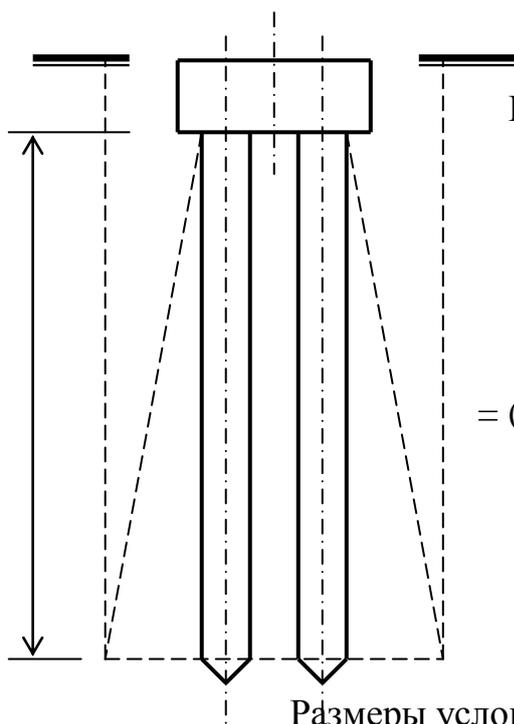
Расчет основания фундамента из висячих свай производится как для условного фундамента на естественном основании.

Границы условного фундамента (см рис):

$$a = h \cdot \operatorname{tg}(\varphi_{II,mt}/4) = 10,5 \cdot 0,076 = 0,798 \text{ м}$$

$$0,798 \text{ м} < 2 \cdot d = 2 \cdot 0,3 = 0,6 \text{ м}$$

принимаем $a = 0,6 \text{ м}$



Расчетное значение угла внутреннего трения:

$$\varphi_{II,mt} = \frac{\sum \varphi_{II,mt} \cdot h_i}{\sum h_i} =$$

$$= (19 \cdot 2,33 + 17 \cdot 7 + 16 \cdot 1,17) / 10,5 = 17,33^\circ$$

Размеры условного фундамента в плане:

- крайний

$$B_{y,кр} = 2 \cdot a + 4 \cdot d = 2 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

$$L_{y,кр} = 2 \cdot a + d = 2 \cdot 0,6 + 0,3 = 1,5 \text{ м};$$

$$\eta_{кр} = L_{y,кр} / B_{y,кр} = 0,625$$

- средний

$$B_{y,ср} = 2 \cdot a + 4 \cdot d = 2 \cdot 0,6 + 4 \cdot 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

$$L_{y,ср} = B_{y,ср} = 2,4 \text{ м}; \eta_{ср} = L_{y,ср} / B_{y,ср} = 1,0$$

Площадь и вес условного фундамента:

- крайний

$$A_{уф,кр} = B_{y,кр} \cdot L_{y,кр} = 2,4 \cdot 1,5 = 3,6 \text{ м}^2$$

$$G_{уф,кр} = A_{уф,кр} \cdot H_{уф,кр} \cdot \gamma_{mt} = 3,6 \cdot 10,5 \cdot 18,2 = 687,96 \text{ кН}$$

- средний

$$A_{уф,ср} = B_{y,ср} \cdot L_{y,ср} = 2,4 \cdot 2,4 = 5,76 \text{ м}^2$$

$$G_{уф,ср} = A_{уф,ср} \cdot H_{уф,ср} \cdot \gamma_{mt} = 5,76 \cdot 10,5 \cdot 18,2 = 1100,74 \text{ кН}$$

$$\gamma_{\text{мт}} = (17,1 \cdot 2,33 + 18,4 \cdot 7 + 19,2 \cdot 1,17) / 10,5 = 18,2 \text{ кН/м}^3$$

Среднее давление под подошвой условного фундамента:

$$N + G_{\text{уф}}$$

$$P_{\text{ср.кр}} = (864,76 + 687,96) / 3,6 = 431,31 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{ср.сп}} = (1602,92 + 1100,74) / 5,76 = 469,39 \text{ кПа}$$

Сопротивление грунта под подошвой условного фундамента:

$$R = 1,25 [0,42 \cdot 2,4 \cdot 19,2 + 2,73 \cdot 1,6 \cdot 19,2 + (2,73 - 1) \cdot 2,37 \cdot 19,2 + 5,31 \cdot 53] \\ = \\ = 1,25 [19,35 + 83,87 + 78,72 + 281,43] = 579,21 \text{ кПа}$$

$$P_{\text{ср.кр}} = 431,31 \text{ кПа} < R = 579,21 \text{ кПа}$$

Условие выполняется.

$$P_{\text{ср.сп}} = 469,39 \text{ кПа} < R = 579,21 \text{ кПа}$$

Условие выполняется.

Напряжения от собственного веса грунта на отметке подошвы слоя и на уровне подошвы условного фундамента:

$$\sigma_{z_{g1}} = 15,3 \cdot 2,1 = 32,13 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{z_{g2}} = 32,13 + 18,7 \cdot 4,2 = 110,67 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{z_{g3}} = 110,67 + 18,4 \cdot 7 = 239,47 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_{z_{g4}} = 239,47 + 19,2 \cdot 9,3 = 418,07 \text{ кН/м}^2$$

на уровне подошвы условного фундамента:

$$\sigma_{z_{g0}} = 239,47 + 19,2 \cdot 1,17 = 261,93 \text{ кН/м}^2$$

Дополнительное напряжение на отметке подошвы условного фундамента:

$$\sigma_{z_{p0.кр}} = P_{\text{ср.кр}} - \sigma_{z_{g0}} = 431,31 - 261,93 = 169,38 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{z_{p0.сп}} = P_{\text{ср.сп}} - \sigma_{z_{g0}} = 469,39 - 261,93 = 207,46 \text{ кПа}$$

Ниже подошвы условного фундамента толща грунта разбивается на элементарные слои толщиной $h_i = 0,4 \cdot B_y = 0,4 \cdot 2,4 = 0,96 \text{ м}$.

Осадка свайного фундамента равна сумме осадок элементарных слоев:

$$S_{\text{кр}} = \sum S_i = 1,93 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см.}$$

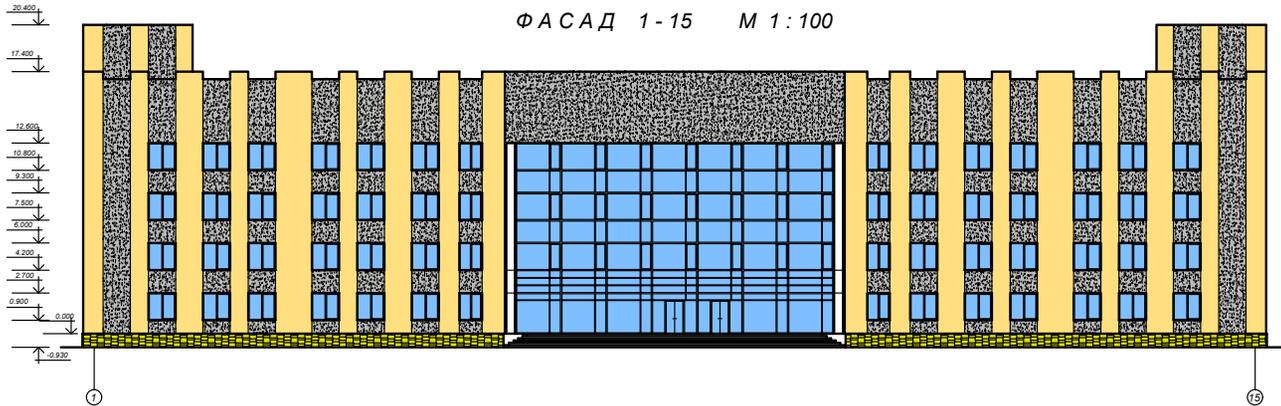
$$S_{\text{сп}} = \sum S_i = 2,36 \text{ см} < S_u = 8 \text{ см. Условие выполняется.}$$

Список литературы

1. СНиП II-3-79*. Строительная теплотехника. Госстрой России. Москва. 1998г.;
2. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 52-101-2003). Москва. 2005г.;
3. ГОСТ 27772-88. Прокат для строительных стальных конструкций.
4. СНиП II-23-81*. Часть II. Нормы проектирования. Глава 23. Стальные конструкции.;
5. ГОСТ 8236-89 (СТ СЭВ 2209-80). Государственный стандарт союза ССР. Двутавры стальные горячекатаные. Сортамент.;
6. ГОСТ 8478-81. Сетки сварные для железобетонных конструкций. Технические условия.;
7. ГОСТ 7623-84. Трубы водосточные наружные.;
8. ГОСТ 530-2007. Кирпич и камень керамические. Общие технические условия;
9. ГОСТ 4640-93. Вата минеральная. Технические условия;
10. ГОСТ 31377-2008. Смеси сухие строительные штукатурные на гипсовом вяжущем. Технические условия;
11. Свод правил СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. Москва. 2011г.;
12. Пособие к СП 52-101-2003. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжёлого бетона без предварительного напряжения арматуры. Москва. 2005г.;
13. СНиП 2.02.01-83*. Основания зданий и сооружений.;
14. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов. Москва. 2004г.;
15. ГОСТ 26020-83. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок.;
16. СНиП II-23-81. Стальные конструкции.;

17. Пособие по проектированию оснований зданий и сооружений (к СНиП 2.02.01-83);
18. ГОСТ 7473-94 «Смеси бетонные. Технические условия»;
19. ГОСТ 5781-82* Сталь горячекатаная для армирования ЖБК;
20. СНиП 3.03.01-85* «Организация строительного производства»;
21. В. П. Станевский; В. Г. Моисеенко; Н. П. Колесник; В. В. Кожушко. «Строительные краны. Справочник». Киев. 1984г;
22. Н. И. Гусев; Г. Н. Рязанова. «Определение численности квалификационного состава комплексной бригады». Методические указания к практическим занятиям. Пенза. 1990г;
23. СНиП 1.04.03-85 «нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Госстрой СССР, Стройиздат. 1987г;
24. «Безопасность труда на объектах городского строительства и хозяйства при использовании кранов и подъёмников». Учебно-методическое, практическое и справочное пособие. Ройтман В. М.; Умнякова Н. П.; Чернышева О. И. Москва. 2005г.
25. СНиП 1У-2-82 Приложение, т. 2. Сборник элементных сметных норм на строительные конструкции и работы. – М. Стройиздат. 1984г.;
26. А. В. Григорьев; В. А. Комаров; В. Я. Вдовина; «Выбор монтажных приспособлений, оборудования и механизмов». Учебное пособие. Пенза, ПГАСИ, 1996г.;
27. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. ч. 1. Общие требования;
28. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. ч. 2. Строительное производство;
29. ГОСТ 23407-78. Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия;
30. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. ППБ-01-03. Москва. 2003г.;
31. Закон РФ «Об охране окружающей природной среды»;
32. Закон РФ «Об экологической экспертизе»;

33. «Санитарная очистка и уборка населённых мест». Справочник;
34. ГОСТ 30971-2002 «Швы монтажных узлов примыканий оконных блоков к стеновым проёмам»;
35. СНиП 2.03.13-88. Полы;
36. ГОСТ 23120-78. «лестницы маршевые, площадки и ограждения стальные»;
37. Л. В. Щербакова; Н. А. Глазкова; «Экономика отрасли». Методические указания к выполнению курсовой работы. Пенза. 2004г.;
38. СНиП 2.08.01-89 «Жилые здания»;
39. СНиП 2.08.02-89 «Общественные здания и сооружения»;
40. СНиП 2.09.02-85* «Производственные здания»;
41. СН 545-82. Инструкция по технико-экономической оценке типовых и экспериментальных жилых домов и общественных зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1982;
42. СН 546-82. Инструкция по технико-экономической оценке проектов жилых домов и общественных зданий и сооружений для конкретных условий строительства. – М.: Стройиздат, 1982;
43. Jose Calavera «Manual for Detailing Reinforced Concrete Structures to EC2» 2012.
44. Fundamentals of engineering. Supplied reference handbook for examination (5ed., NCEES, 2001)(176s)



СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН

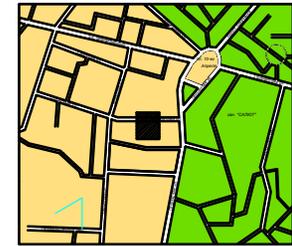
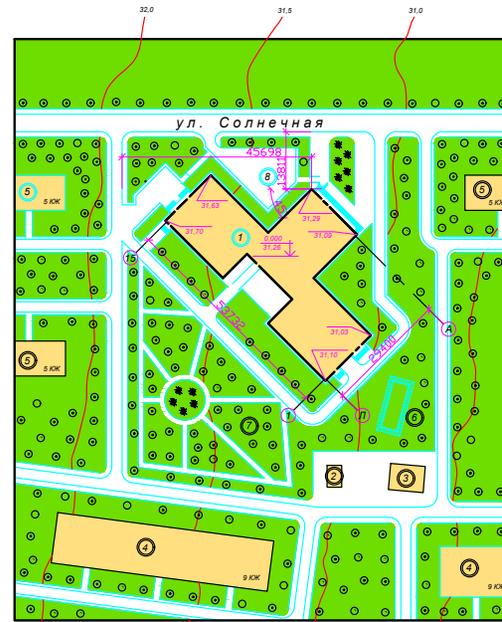
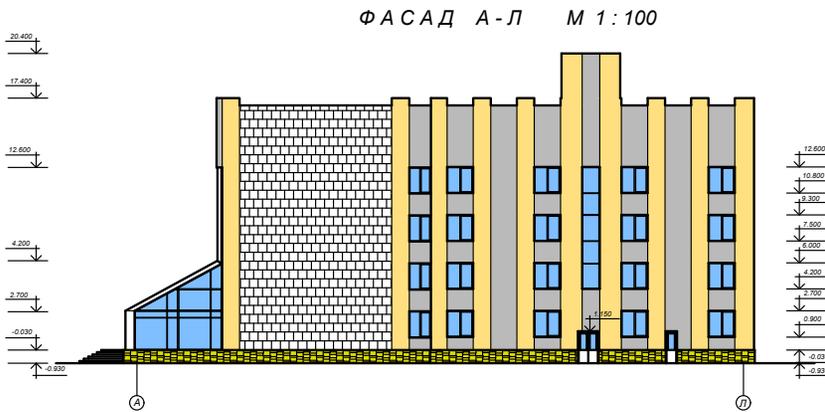


Схема организации планировки земельного участка



Условные обозначения

- Проектируемое здание
- Существующие здания
- Проезжая часть и тротуары
- Парковая зона
- Озеленение

Экспликация
зданий и сооружений

n/n	Наименование
1	2
1	Медицинский реабилитационный центр
2	Одноэтажный офис
3	Магазин
4	9-ти этажный жилой дом
5	5-ти этажный жилой дом
6	Пожарный резервуар
7	Парк
8	Парковка

Основные ТЭП генплана

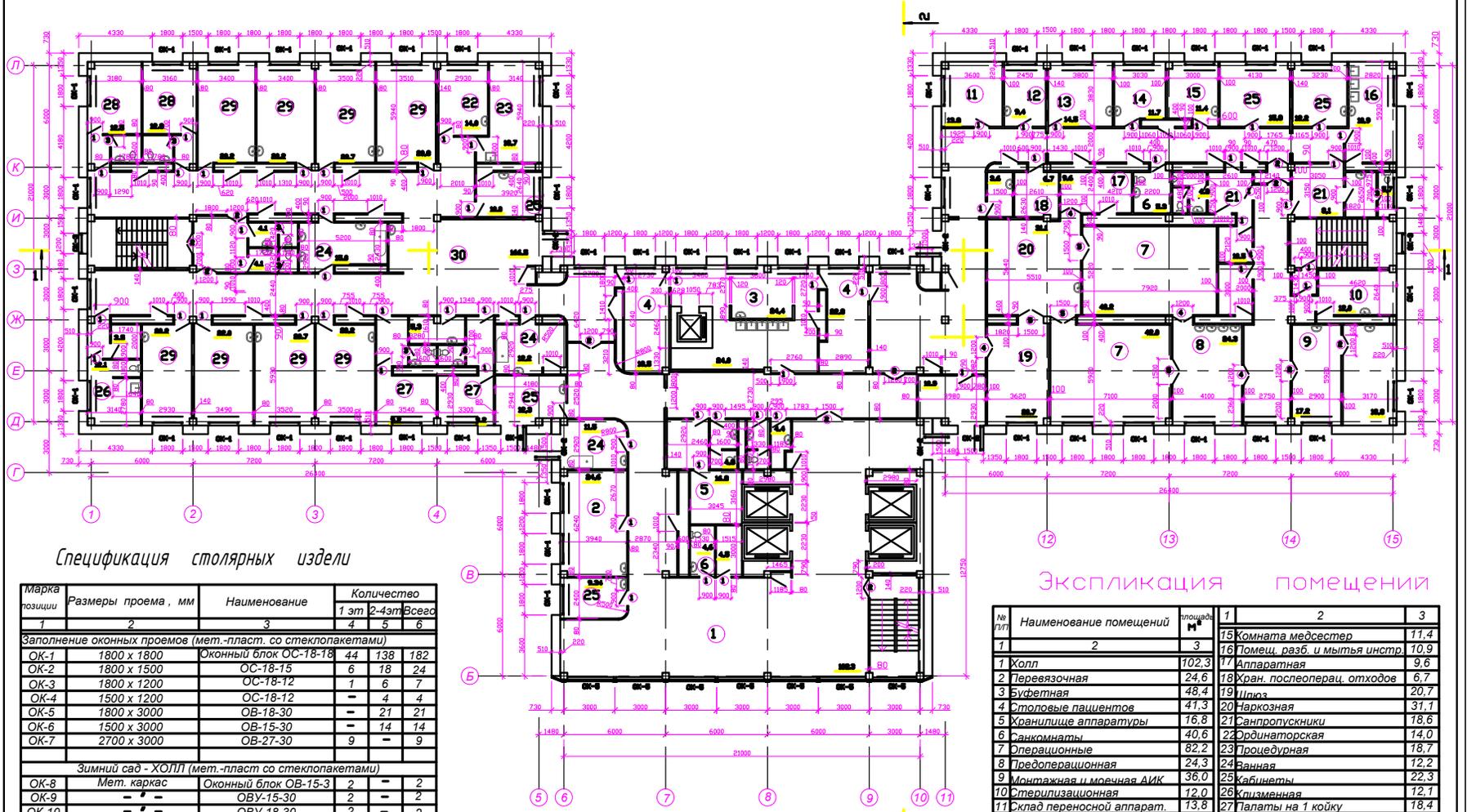
Наименование показателей	Кол-во
Площадь участка	1,27 Га
Площадь застройки	1774,1 м ²
Площадь отмосток и тротуаров	2286,1 м ²
Площадь озеленения	8627,8 м ²
Коэффициент застройки	0,14
Коэффициент озеленения	0,68

Исполнитель	С.С.С.С.	ВКР-2069059-08.03.01-130877-17
Проверенный	С.С.С.С.	Медицинский реабилитационный центр
Утвержденный	С.С.С.С.	Главный корпус
Согласованный	С.С.С.С.	Сторона / Лист / Листов
Согласованный	С.С.С.С.	Р 1 10
Согласованный	С.С.С.С.	ПГУАС, каф. СКМ
Согласованный	С.С.С.С.	ГТ1-42

Генеральный план - ситуационный план, ЭКП, КСД, оформление, ведомость, форма № Ф.01-15, ф.01-15

ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА

М 1 : 100



Спецификация столярных изделий

Марка позиции	Размеры проема, мм	Наименование	Количество		
			1 эт	2-4 эт	Всего
Заполнение оконных проемов (мет.-пласт. со стеклопакетами)					
ОК-1	1800 x 1800	Оконный блок ОС-18-18	44	138	182
ОК-2	1800 x 1500	ОС-18-15	6	18	24
ОК-3	1800 x 1200	ОС-18-12	1	6	7
ОК-4	1500 x 1200	ОС-18-12	-	4	4
ОК-5	1800 x 3000	ОВ-18-30	-	21	21
ОК-6	1500 x 3000	ОВ-15-30	-	14	14
ОК-7	2700 x 3000	ОВ-27-30	9	-	9
Зимний сад - ХОЛЛ (мет.-пласт со стеклопакетами)					
ОК-8	Мет. каркас	Оконный блок ОВ-15-3	2	-	2
ОК-9	-	ОВУ-15-30	2	-	2
ОК-10	-	ОВУ-18-30	2	-	2
ОК-11	-	ОВК-36-30	14	-	14
8	2050 x 1200	Дверной блок ДФ-21-12	4	-	4
Заполнение дверных проемов					
1	2050 x 900	Дверной блок ДГ-21-9	75	195	270
2	2050 x 1200	ДС-21-12	13	33	46
3	2050 x 700	ДГ-21-7	8	30	38
4	2050 x 1200	ДШ-21-12	-	12	12
5	2050 x 1500	ДШ-21-15	-	9	9
6	2050 x 1500	ДН-21-15	4	-	4
7	2050 x 900	ДН-21-9	4	-	4

Т Э П здания

Наименование	Величина	Кол-во
Строительный объем	м ³	29030,4
Полезная площадь	м ²	5002,0
Общая площадь	м ²	9918,7

Экспликация помещений

№ п/п	Наименование помещений	площадь м ²	1			2			3		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Холл	102,3				15	Комната медсестер				11,4
2	Перевязочная	24,6				16	Помещ. разб. и мытья инстр.				10,9
3	Будетная	48,4				17	Аппаратная				9,6
4	Столовая пашентов	41,3				18	Хран. послеоперац. отходов				6,7
5	Хранилище аппаратуры	16,8				19	Шлюз				20,7
6	Санкомнаты	40,6				20	Наркозная				31,7
7	Операционные	82,2				21	Санпропускники				18,6
8	Предоперационная	24,3				22	Ординаторская				14,0
9	Мыльная и мречная ДИК	36,0				23	Процедурная				18,7
10	Стерилизационная	12,0				24	Занная				12,2
11	Склад переносной аппарат.	13,8				25	Кабинеты				22,3
12	Помещение хранения крови	9,4				26	Климанная				12,1
13	Помещение випотермии	14,5				27	Палаты на 1 койку				18,4
14	Инструментальная	11,7				28	Палаты на 2 койки				25,0
						29	Палаты на 3 койки				165,0
						30	Коридоры				166,5

ВКР-2069059-08.03.01-130877-17

Медицинский реабилитационный центр

Главный корпус

Станция / Пол / Листа

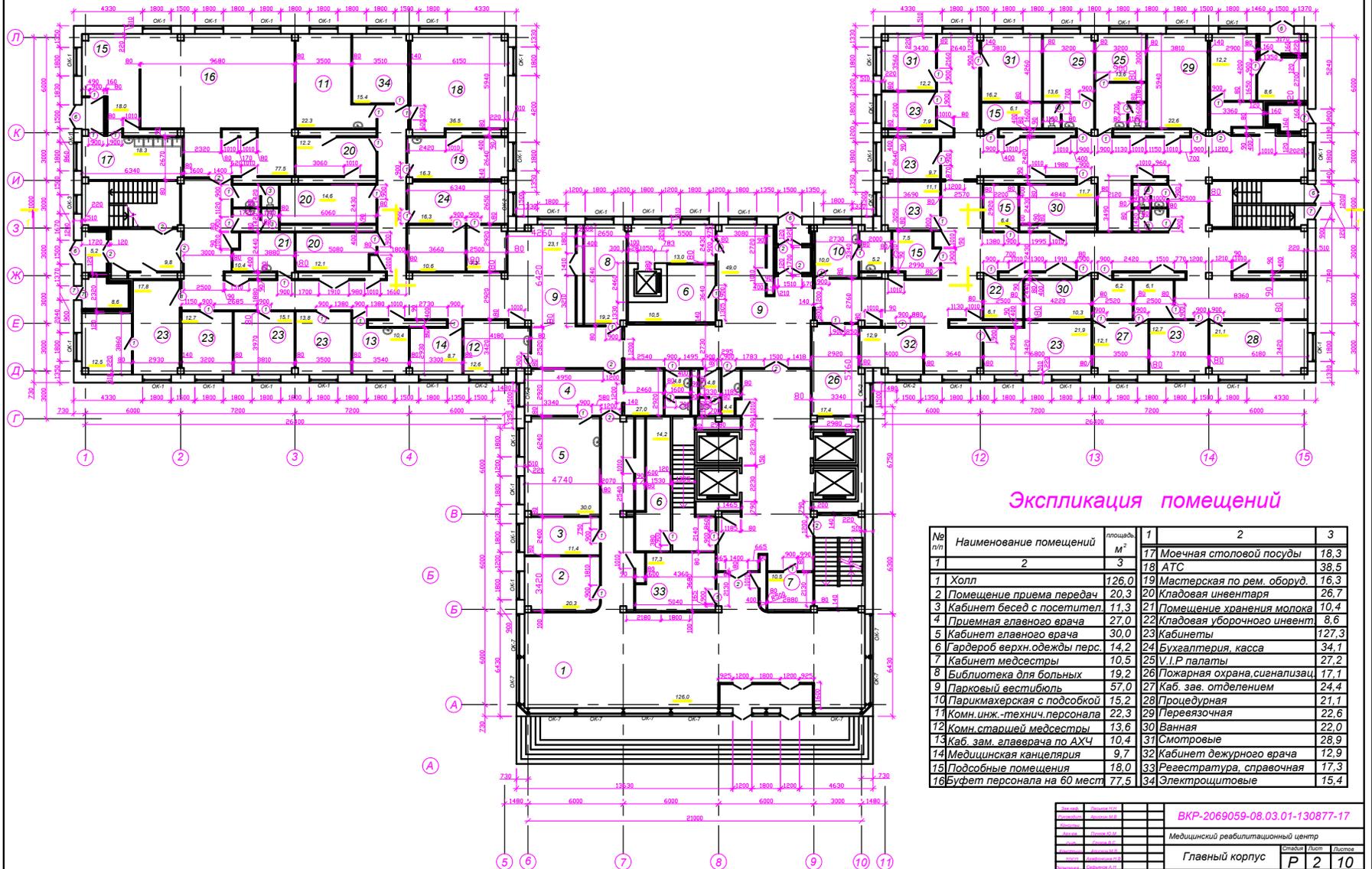
Р 3 10

План типового этажа; экспликация помещений; ТЭП; спецификация столы.

Инж. каф. СКМ

Г.11-42

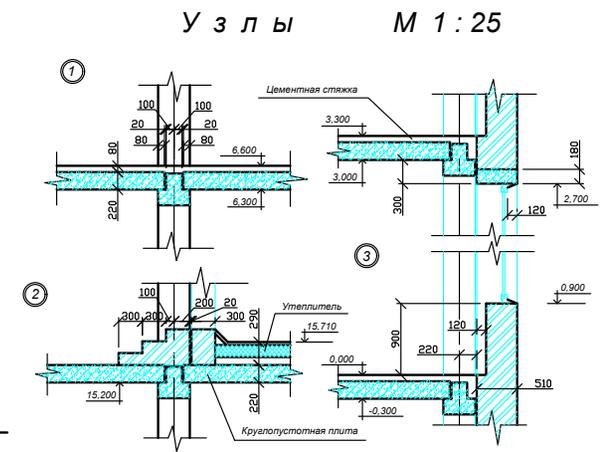
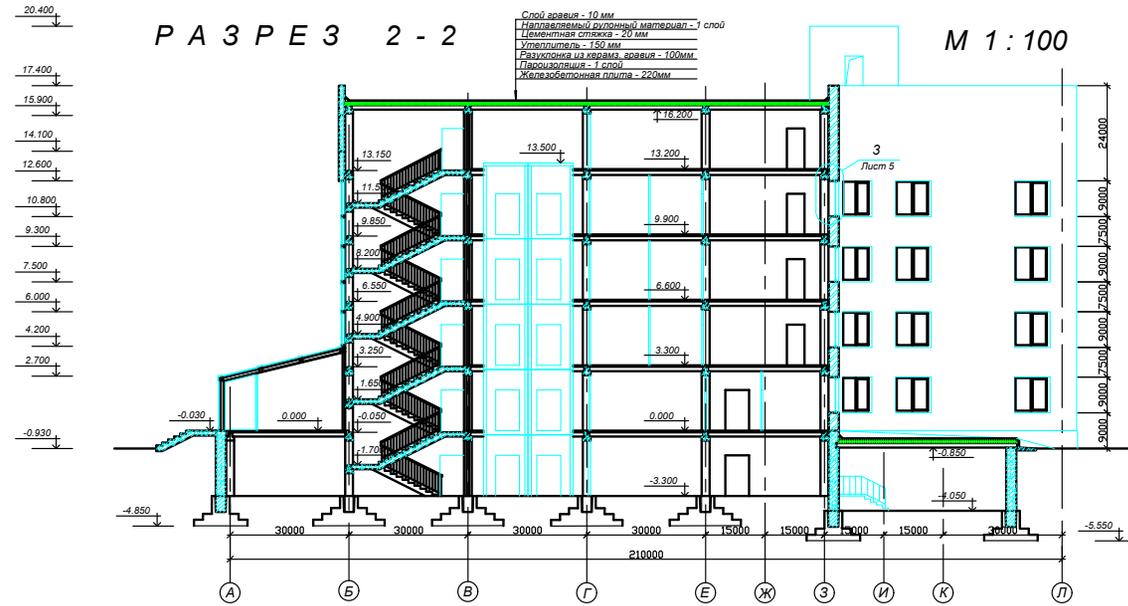
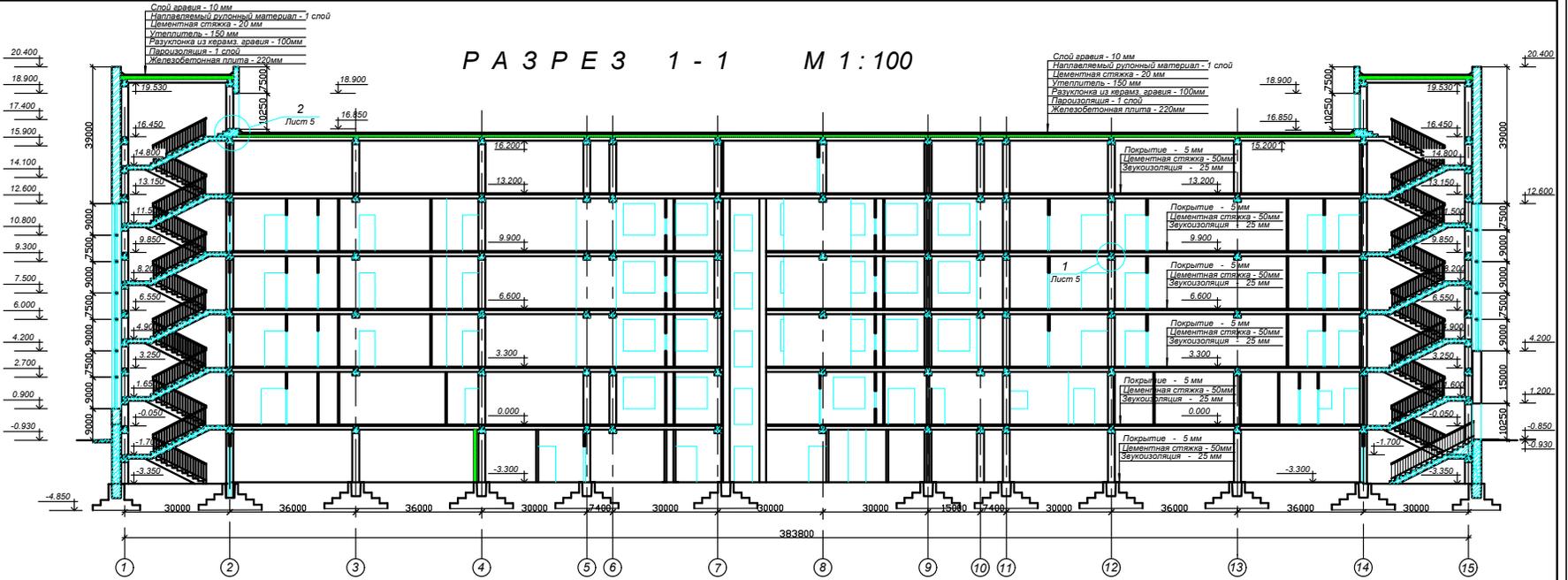
ПЛАН ПЕРВОГО ЭТАЖА



Экспликация помещений

№ п/п	Наименование помещений	площадь м ²	1		
			2	3	3
1	2	3	17	18,3	18,3
1	2	3	18	АТС	38,5
1	Холл	126,0	19	Мастерская по рем. оборуд.	16,3
2	Помещение приема передач	20,3	20	Кладовая инвентаря	26,7
3	Кабинет бесед с посетител.	11,3	21	Помещение хранения молока	10,4
4	Приемная главного врача	27,0	22	Кладовая уборочного инвент.	8,6
5	Кабинет главного врача	30,0	23	Кабинеты	127,3
6	Гардероб верхн. одежды перс.	14,2	24	Бухгалтерия, касса	34,7
7	Кабинет медсестры	10,5	25	V.I.P палаты	27,2
8	Библиотека для больных	19,2	26	Пожарная охрана, сигнализация	17,1
9	Парковый вестибюль	57,0	27	Каб. зав. отделением	24,4
10	Парикмахерская с подсобкой	15,2	28	Процедурная	21,1
11	Комн. инж. -технич. персонала	22,3	29	Перевязочная	22,6
12	Комн. старшей медсестры	13,6	30	Ванная	22,0
13	Каб. зам. главврача по АХЧ	10,4	31	Смотровые	28,9
14	Медицинская канцелярия	9,7	32	Кабинет дежурного врача	12,9
15	Подсобные помещения	18,0	33	Регистратура, справочная	17,3
16	Буфет персонала на 60 мест	77,5	34	Электрощитовые	15,4

ВКР-2069059-08.03.01-130877-17
 Медицинский реабилитационный центр
 Главный корпус
 П 2 10
 ПТУАС, Инф. СК/ИМ
 GT1-42



№	Имя	Дата	Статус
1	С.И.И.	2019.08.03	Архитектор
2	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
3	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
4	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
5	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
6	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
7	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
8	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
9	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
10	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
11	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
12	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
13	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
14	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
15	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
16	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
17	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
18	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
19	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
20	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
21	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
22	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
23	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
24	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
25	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
26	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
27	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
28	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
29	С.И.И.	2019.08.03	Инженер
30	С.И.И.	2019.08.03	Инженер

ВКР-2069059-08.03.01-130877-17

Медицинский реабилитационный центр

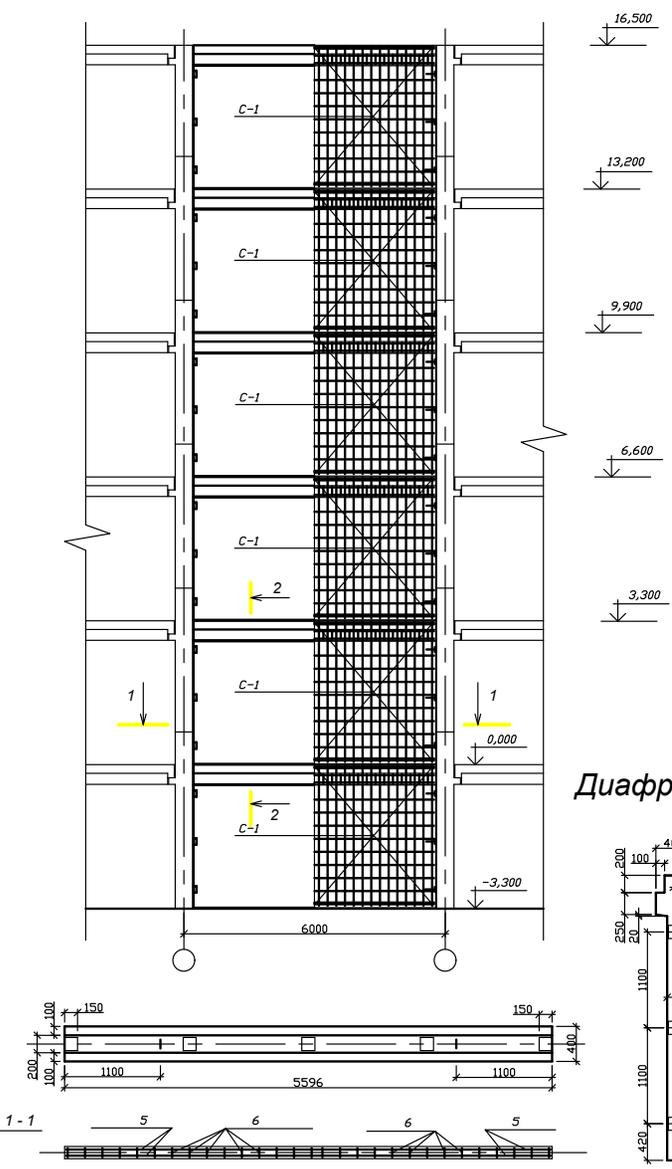
Главный корпус

Разрез 1-1 ; разрез 2-2 ; узлы

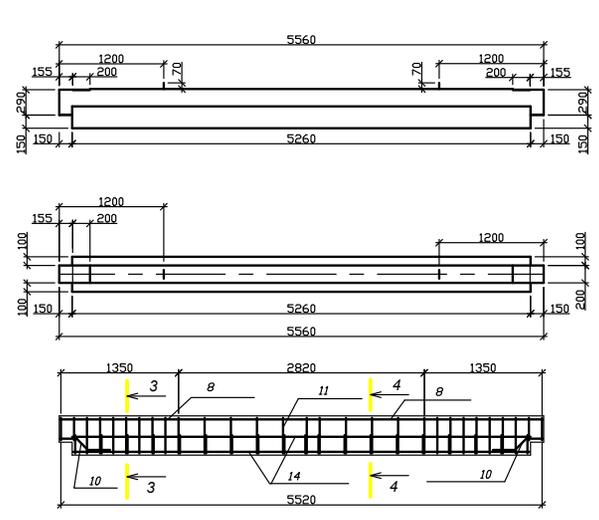
С.И.И. Лист 4 из 12

ПУАС, каф. СК и М ГТ-42

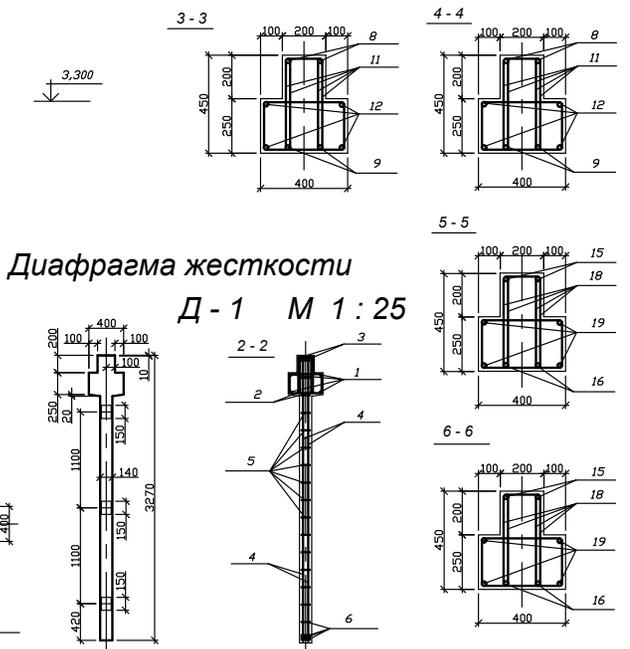
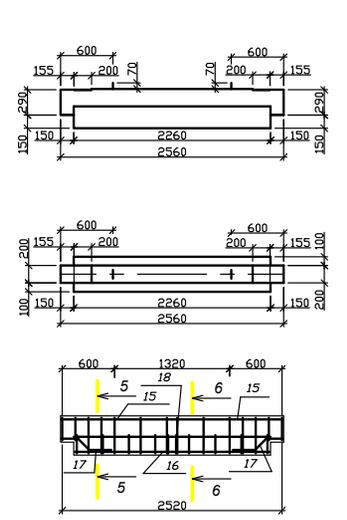
Фрагмент разреза в осях 7 - 8 М 1 : 50



Ригель Р - 1 М 1 : 25



Ригель Р - 3 М 1 : 25



Диафрагма жесткости
Д - 1 М 1 : 25

Спецификация арматуры

№	Класс	Эскиз	Диаметр,	Длина,	К-во	Длина	Масса,	
			мм	мм		общая,		кг
Д - 1	3		4	5	6	7	8	
	1		14 А-III	5516	4	22064	26.65	
	2		10 В-III	5516	2	11032	53.28	
	3		10 А-III	5516	2	11032	9.80	
	4	C - 1	14 А-III	3230	56	180880	218.5	
	5		6 А-III	5516	36	198576	44.08	
	6		10 А-III	5516	6	33096	13.07	
	7		12	150	16	2400	33.91	
	8		14 А-III	5536	2	11032	13.33	
	9		10 В-III	5236	2	10472	50.6	
10		10 А-III	450	4	1800	5.37		
11		14 А-III	1930	26	50180	30.96		
Р - 1	12		14 А-III	5236	4	20944	25.3	
	13		10 А-III	1050	2	2100	5.18	
	14		12	155	2	310	11.76	
	15		14 А-III	2536	2	5072	6.13	
	16		10 А-III	2236	2	4472	17.22	
	Р - 3	17		14 А-III	450	4	1800	2.58
		18		10 А-III	1930	12	23160	14.29
		19		14 А-III	2236	4	1144	12.25
		20		10 А-III	1050	2	2100	5.18
		21		12	155	2	310	11.76
22								

ВКР-2069059-08.03.01-130877-17
 Медицинский реабилитационный центр
 Главный корпус
 Фрагмент разреза: Ригель Р-1; Ригель Р-3; Диафрагма Д-1; спецификация
 ПГУАС, каф. СКМ
 СТ1-42

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО МРЦ

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Затраты трудоемкости	машин-см		Число рабочих-дней	Число смен	Численность рабочей смены	Состав бригады	2016 г.												2017 г.												2018 г.																																															
		Ед. изм.	Кол-во		Наименование	Число					Июль												Август												Сентябрь												Октябрь												Ноябрь												Декабрь											
											1												2												3												4												5												6											
1	Подготовительные работы	-	-	383,78	-	-	38	1	10	Разн проф																																																																								
2	Планировка и срез раст. слоя	100м	14,52	14,52	Бульд Д-271	14,52	7	2	1	Маш. брзвр																																																																								
3	Разр. гр. экс-ом и план. дна	100м	26,36	26,36	Землекоп Д-271	26,36	13	2	1	Маш. брзвр																																																																								
4	Дораб. ручную и бет. подгот.	м	38,39	-	-	-	4	2	5	Землекоп 2р.																																																																								
5	Устройство фундаментов	-	-	-	-	-	35	2	6	Маш. брзвр																																																																								
6	Установка цокольных блоков	шт	804	70,60	Кран КС-3571	17,65	9	2	4	Маш. брзвр																																																																								
7	Обратн. засыпка с трюмбкой	100м	33,41	33,41	Бульд Д-271	33,41	8	2	2	Маш. брзвр																																																																								
8	Монтаж конструкций этажа	См.	ТТК на монт. констр. Лист 10	138	-	-	138	2	8	Маш. брзвр																																																																								
9	Кладка наружной стены	См.	ТТК на кладку стены. Лист 11	40	-	-	40	2	12	Каменищ 4-2р.																																																																								
10	Устройство кровли	100м	16,87	115,0	-	-	19	2	3	Кровельщик 4-2р.																																																																								
11	Заполнение ок. и дв. проемов	100м	18,26	50,71	-	-	13	1	4	Плотник 4-2р.																																																																								
12	Подготовка под полы	100м	102,46	93,71	Бетоннасос	93,71	23	2	2	Бетонщик 3-2р.																																																																								
13	Устр. гипсокарт. перегородок	м	10035	156,64	-	-	26	2	3	Монт. констр. 4-2р.																																																																								
14	Сан. тех. работы	-	-	203,39	-	-	34	2	3	Сантехник 4-2р.																																																																								
15	Эл. тех. работы	-	-	253,85	-	-	42	2	3	Электрик 4-2р.																																																																								
16	Облицовка стен и полов	м	3202,9	356,88	-	-	30	2	6	Облицовщик 4-2р.																																																																								
17	Малярные работы	100м	200,8	78,36	Краскопульт	78,36	10	2	4	Маляр 4р.																																																																								
18	Устр. подвесных потолков	м	9472,8	134,01	-	-	22	2	3	Монт. констр. 4-2р.																																																																								
19	Чистые полы	м	7989,3	286,4	-	-	24	2	6	Облицовщик 4-2р.																																																																								
20	Отделка фасада	м	3379,2	27,2	-	-	7	1	4	Директор 4-2р.																																																																								
21	Монтаж, наладка и пуск лифтов	-	-	6,67	-	-	2	1	3	Лифтер 4-2р.																																																																								
22	Благоустройство и озел.	м	12688	181,67	-	-	18	1	10	Разн проф																																																																								
23	Неучтенные работы	-	-	-	-	-	2	1	3	Разн проф																																																																								
24	Сдача объекта	-	-	79,04	-	-	8	1	10	Разн проф																																																																								

ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ РАБОЧИХ КАДРОВ ПО ОБЪЕКТУ

Технико - экономические показатели

по проекту

1. Продолжительность строительства - 17мес
2. Общая трудоемкость - 4404,44ч.см.
3. Трудоемкость на 1 м - 0,15 ч.дн.
4. Строительный объем здания - 29030,4 м
5. Площадь здания - 9918,7 м
6. Максимальное число рабочих на объекте - 44 чел.
7. Среднее число рабочих на объекте - 12 чел
8. Общая сметная стоимость - 6919,6 тыс.руб.
9. Затраты на 1 м - 372 руб.
10. Затраты на 1 м - 1190 руб.

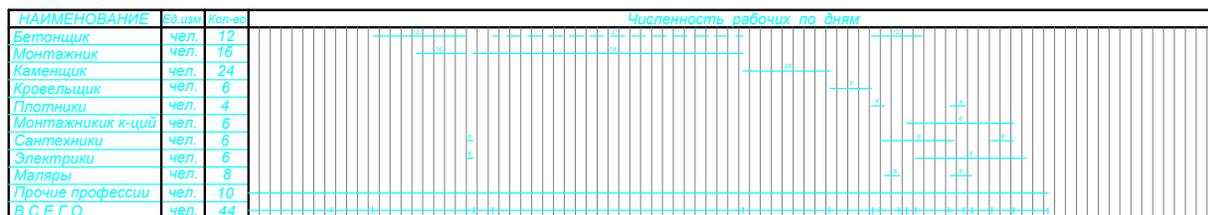
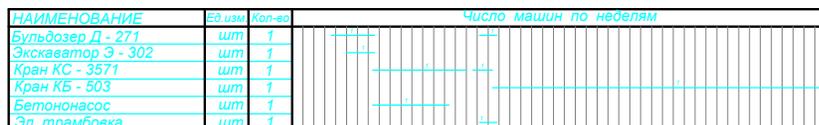


ГРАФИК ПОСТУПЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ И МАТЕРИАЛОВ



ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН



ВКР-2069059-08.03.01-130877-17	
Медицинский реабилитационный центр	
Главный корпус	
Сетка	Лист
Р	10
Календарный план пр-ва ресурсные графики. ТЭП.	
ПУАС, каф. СКМ	
СТ-42	