

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ С. В. Деордиев  
подпись                      инициалы, фамилия  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде работы  
\_\_\_\_\_

проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

\_\_\_\_\_

код, наименование направления

«Электрическая подстанция напряжением 110 кВ «Северная»

\_\_\_\_\_

тема

в г. Рубцовск (Алтайский край)

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

доцент каф. СКиУС

\_\_\_\_\_

должность, ученая  
степень

А. В. Ластовка

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Выпускник

\_\_\_\_\_

подпись, дата

М. В. Мозжерина

\_\_\_\_\_

инициалы, фамилия

Красноярск 2019



2.2	Расчет бетонной поверхности ростверка Рсм1 (под опорную металлоконструкцию) на смятие и изгиб .....	27
2.2.1	Исходные данные .....	27
2.2.2	Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию .....	27
2.2.3	Расчет на смятие .....	29
2.2.4	Расчет на изгиб .....	30
2.3	Конструирование и расчет закладных деталей фундамента под силовой трансформатор.....	32
2.4	Расчет металлического ростверка для установки блочно-модульного здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ .....	36
2.4.1	Сбор нагрузок .....	36
2.4.2	Нагрузки на раму здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ .....	39
2.4.3	Исходные данные для расчета неразрезной многопролётной металлической балки обвязки здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ .....	40
2.4.4	Методика расчета .....	40
2.4.5	Результаты расчета.....	40
3	Проектирование фундаментов.....	51
3.1	Исходные данные для проектирования.....	51
3.2	Инженерно - геологическая колонка .....	51
3.3	Сбор нагрузок на сваю .....	53
3.4	Расчетная схема фундаментов.....	54
3.5	Расчет несущей способности сваи.....	55
3.6	Подбор сваебойного оборудования и назначение контрольного отказа.	59
3.7	Проектирование свайного фундамента из буронабивных свай.....	60
3.8	Сравнение вариантов фундаментов.....	62
4	Технология строительного производства.....	63
4.1	Область применения технологической карты .....	63
4.2	Организация и технология выполнения работ .....	64
4.2.1	Ведомость объемов работ.....	64
4.2.2	Спецификация сборных железобетонных конструкций .....	64
4.2.3	Выбор машин и механизмов для производства свайных работ .....	65
4.2.4	Технические характеристики штангового дизель-молота С - 995 ...	65
4.2.5	Технические характеристики копра СП – 50.....	65
4.3	Технология производства свайных работ .....	66
4.4	Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы	71
4.5	Техника безопасности .....	71
4.6	Порядок производства работ .....	71

4.7	Технико-экономические показатели.....	74
5	Организация строительного производства .....	76
5.1	Область применения строительного генерального плана.....	76
5.2	Подбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов .....	76
5.3	Определение величины опасных зон и привязка крана .....	76
5.3.1	Поперечная привязка крана.....	76
5.3.2	Определение опасных зон. ....	77
5.3.3	Опасная зона обслуживания крана .....	77
5.4	Определение нормативной продолжительности строительства .....	77
5.5	Проектирование временных дорог и проездов.....	78
5.6	Потребность в кадрах .....	79
5.7	Обоснование потребности строительства в основных строительных машинах, механизмов, транспортных средствах.....	80
5.8	Обоснование потребности строительства в топливе и горюче-смазочных материалах.....	81
5.9	Потребность в электроэнергии.....	82
5.10	Потребность в воде.....	83
5.11	Потребность в сжатом воздухе .....	85
5.12	Обоснование потребности строительства во временных зданиях и сооружениях .....	86
5.13	Потребность в складе .....	87
5.14	Мероприятия по охране окружающей среды в период строительства	87
5.15	Описание проектных решений по охране объектов в период строительства.....	89
6	Экономика строительства .....	90
6.1	Определение прогнозной стоимости строительства электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край)	90
6.2	Составление и анализ локального сметного расчета на отдельный вид общестроительных работ .....	96
6.3	Расчет технико-экономических показателей.....	98
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	100
	СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	102
	Приложение А Локальный сметный расчет .....	108

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с глобальной цифровизацией электрических сетей ОАО «Россети» актуальным является вопрос реконструкции и строительства новых электрических подстанций. У оборудования и строительных конструкций существующих электрических подстанций вышел нормативный срок эксплуатации (более 50 лет).

Электрические подстанции напряжением 110 кВ, построенные в 70-х годах XX века, были выполнены согласно стандартной типовой электрической схеме и, с точки зрения, строительной части, оборудование открытого распределённого устройства (ОРУ) монтировалось на железобетонные стойки УСО, оборудование закрытого распределительного устройства (ЗРУ) и оперативный пункт управления (ОПУ) размещались в типовом кирпичном здании. Типовой фундамент под силовой трансформатор, реализованный на большинстве существующих подстанций, с установкой силового трансформатора на рельсовые пути перекачки по типовой серии, не учитывал сейсмические нагрузки и новые требования «Норм технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ» (СТО 56947007-29.240.10.248-2017 стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС»).

Недостатками данных строительных решений являются:

1. Продолжительное время строительства (возведение кирпичного ЗРУ и ОПУ);
2. Согласно Положению ОАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе», утвержденному Советом директоров ОАО "Россети" (протокол N 138 от 23.10.2013), при проведении комплексной реконструкции, расширении и новом строительстве запрещается применять под оборудование ПС железобетонные стойки типа УСО. Кроме того, опыт использования железобетонных конструкций, по результатам предпроектных обследований, выявил, что стойки, являющиеся опорными конструкциями установки оборудования ОРУ, подвергаются воздействию атмосферных

осадков и находятся в аварийном состоянии (повсеместно наблюдается деформация бетона с оголением арматуры, разрушение бетона).

3. Согласно п. 25.2.4 НТП «Трансформаторно-реакторное оборудование напряжением 35 кВ и выше должно устанавливаться на фундаменты непосредственно днищем с креплением к закладным элементам фундамента для предотвращения смещений в горизонтальных и вертикальных направлениях при расчетных сейсмических воздействиях». Следовательно, типовой фундамент с установкой на рельсовые пути запрещен при новом строительстве подстанций в сейсмоопасных районах.

С точки зрения новизны в строительстве электрической подстанции 110 кВ «Северная» предусмотрены следующие конструктивные и объемно-планировочные решения:

1. Используется готовое блочно-модульное здание заводского изготовления ЗРУ, совмещенное с ОПУ, состоящее из 19 модулей размерами 6,75x2,25 м. Общие габариты здания составляют 6,75x42,75 м. Модули устанавливаются на фундамент. Блоки по функциональному назначению применяются в соответствии с ГОСТ 25957-83 как производственные электротехнические. Входные лестницы и площадки разрабатываются заводом-изготовителем блок-модулей. По сравнению с возведением кирпичного здания, монтаж и установка блочно-модульного здания производится в короткие сроки, что позволяет ускорить в разы производство строительно-монтажных работ и запуск подстанции. По заданию от завода-изготовителя блочно-модульное здание монтируется на проектируемый металлический ростверк металлические балки обвязки свайного фундамента с приваркой по периметру для исключения перемещения при сейсмических воздействиях.

2. Оборудование ОРУ (выключатели, разъединители, трансформаторы тока, трансформаторы напряжения) монтируются на заводскую металлоконструкцию, поставляемую вместе с электротехническим оборудованием. Антикоррозийная защита металлоконструкции осуществляется в заводских условиях методом горячего оцинкования по ГОСТ 9.307-89 толщиной 80-100

мкм, что позволяет увеличить срок эксплуатации по сравнению с железобетонными стойками УСО. металлоконструкция монтируется на свайных фундаментах в двух опорных точках.

3. Силовой трансформатор устанавливается на нетиповой монолитный железобетонный ростверк на свайном основании непосредственно днищем с креплением к закладным элементам фундамента для предотвращения смещений в горизонтальных и вертикальных направлениях при расчетных сейсмических воздействиях.

## **1 Архитектурно-строительный раздел**

### **1.1 Описание и обоснование внешнего и внутреннего вида объекта капитального строительства, его пространственной, планировочной и функциональной организации**

Проект здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ, выполнен на основании задания на проектирование.

Объект строительства является промышленным сооружением, и вся организация пространства и решения по планировке диктуются технологическими требованиями.

Проектом предусмотрено здание заводского изготовления – блочно-модульное здание ЗРУ, совмещенное с ОПУ.

Здание прямоугольной формы, размерами в плане в осях 6,75х42,75 м.

Здание поставляется в виде отдельных транспортабельных блоков высокой заводской готовности, с полностью смонтированными системами жизнеобеспечения (освещение, отопление, вентиляция, охранно-пожарная сигнализация), на объекте из блоков собирается готовое здание.

Здание каркасное. Конструктивно каждый блок выполнен на жестком металлическом каркасе из замкнутых прокатных профилей. Все внешние поверхности металлоконструкций, подверженные атмосферным осадкам, покрыты ЛКМ на полиуретановой основе толщиной не менее 200 мкм.

Нижнее основание блока представляет собой цельносварной металлический каркас из швеллеров №16 с ребрами жесткости из пластин толщиной 3мм, рассчитанный на необходимую нагрузку. Несущий каркас здания выполнен из прокатной трубы 50х50х4 и 40х25х3. Полы в блоках с фальшполом защиты листом 1,5мм сверху и снизу.

Верхнее основание блока представляет собой цельносварной металлический каркас из швеллеров №16 с ребрами жесткости из пластин толщиной 3мм, рассчитанный на необходимую нагрузку. Несущий каркас здания вы-



полнен из прокатной трубы 50x50x4. Нижний пол - лист толщиной 1,5мм, верхний пол – лист толщиной 3мм.

Кровля двускатная, рассчитана на снеговые нагрузки района строительства. Верхняя плоскость кровли выполнена из профлиста НС-35.

Ограждающие конструкции выполнены из сэндвич-панелей с наполнителем из негорючей минеральной ваты на основе базальтового волокна толщиной 150мм. Сэндвич-панели изготавливаются на автоматизированной линии английской фирмы «IZOWALL», что гарантирует высокое качество укладки ламелей, форму стыковочных замков, проклейку слоев.

Здание соответствует II степени огнестойкости, что обеспечивается нанесением на несущие конструкции тонкослойного огнезащитного состава, огнестойкостью не менее R90.

Для достижения требуемого предела огнестойкости металлоконструкции каркаса здания покрываются огнезащитной эмалью – краска «Феникс».

В дверные проемы устанавливаются противопожарные двери, выполнение по ГОСТ Р 57327-2016. Наружные двери двухстворчатые 2450x1250, внутренние двери одностворчатые размерами 2100x900, 2100x800, 2300x900.

Предусмотрены проемы для установки решеток наружных размерами 350x350, 500x800, проёмы для прохода кабелей через стену, для прохода шинного ввода и клапанов воздушных с ручным приводом.

В оконные проемы устанавливаются двухкамерные окна ПВХ СПД 4М1-10-4М1-10-4М1 1400x1300 мм, поворотно-откидные, ГОСТ 24866-2014. С внутренней стороны устанавливается подоконник.

Несущие конструкции под блок-контейнеры здания приняты металлическими, выполненными из стальных балок.

## **1.2 Обоснование принятых объемно-пространственных и архитектурно-художественных решений, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешенного строительства объекта капитального строительства**

Объемно-планировочные и архитектурно-художественные решения приняты согласно:

- СП 56.13330.2011 «Производственные здания».
- СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».
- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
- СП 50.1330.2013 «Тепловая защита зданий».
- СП 51.13330.2011 «Защита от шума».
- СП 29.13330.2011 «Полы».
- СП 17.13330.2017 «Кровли».
- Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ (редакция, действующая 31 июля 2018 года) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
- СТО 56947007-29.240.10.248-2017 «Нормы технологического проектирования подстанции переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ».
- ПУЭ Правила устройства электроустановок.

## **1.3 Описание и обоснование использованных композиционных приемов при оформлении фасадов и интерьеров объекта капитального строительства**

Композиционное решение фасадов предусмотрено проектом посредством активного использования пластически развитых элементов объема здания. Цветовое решение фасадов здания должны соответствовать корпоративному стилю заказчика.

Стены фасадов выполнены в цветовой палитре RAL 9016 (транспортный белый). Кровля (профлист) выполнен в цветовой палитре RAL 9016

(транспортный синий), крыша (фронтон) выполнен в цветовой палитре RAL 7032. Двери, козырек двери выполнены в цветовой палитре RAL 702.

#### **1.4 Описание решений по отделке помещений основного, вспомогательного, обслуживающего и технического назначения**

Блочно-модульные быстровозводимые здания состоят из блок-модулей или блокконтейнеров высокой заводской готовности. Блоки стыкуются между собой, в пределах блок-модулей устанавливается электрооборудование и монтируется аппаратура собственных нужд, а также выполняются все кабельные соединения.

Конструкция блочно-модульных быстровозводимых зданий имеет основание, высокопрочный каркас и кровлю.

Основание (рама) представляет собой замкнутый контур по периметру модуля.

Жесткость рамы обеспечивается поперечными усилителями, а также закладными элементами для установки напольного оборудования, внутреннее пространство рамы заполнено утеплителем из негорючего материала. Настил пола выполнен из рифленого листа с одинаковым рисунком рифления. Для ввода/вывода кабеля предусмотрены проемы прямоугольного сечения на дне или возможны другие варианты по заказу.

#### **1.5 Описание архитектурных решений, обеспечивающих естественное освещение помещений с постоянным пребыванием людей**

Блочно-модульное здание не предусматривает постоянного пребывания людей.

## **1.6 Описание архитектурно-строительных мероприятий, обеспечивающих защиту помещений от шума, вибрации и другого воздействия**

Для защиты помещений от шума и вибрации проектом предусмотрены следующие мероприятия:

-установка окон с двухкамерными стеклопакетами.

## **1.7 Описание решений по светоограждению объекта, обеспечивающих безопасность полета воздушных судов**

Светоограждающие элементы и конструкции с зеркальным эффектом в проекте не применяются. Проектируемое здание не создает угрозу полетам воздушных судов.

## **2 Расчетно-конструктивный раздел**

В рамках выпускной квалификационной работы в данном разделе производятся следующие расчеты согласно заданию от руководителя ВКР:

1. Сбор нагрузок и расчет заводской металлоконструкции для установки ВГТ-110 кВ и трехфазного комплекта ТРГ-110 кВ;
2. Расчет монолитного железобетонного ростверка на свайном основании для установки опорной заводской металлоконструкции для установки ВГТ-110 кВ и трехфазного комплекта ТРГ-110 кВ на смятие и на изгиб;
3. Конструирование и расчет закладных деталей монолитного железобетонного ростверка на свайном основании для установки силового трансформатора на фундамент непосредственно днищем с креплением к закладным элементам фундамента для предотвращения смещений в горизонтальных и вертикальных направлениях при расчетных сейсмических воздействиях;
4. Сбор нагрузок и расчет балки металлического ростверка под блочно-модульное здание ЗРУ, совмещенного с ОПУ.

## 2.1 Расчет заводской металлоконструкции для установки ВГТ-110 кВ и трехфазного комплекта ТРГ-110 кВ

### 2.1.1 Основание и цель расчета

Объектом расчета является заводская двухпорная металлоконструкция, на которой установлен выключатель ВГТ-УЭТМ-110 с тремя трансформаторами тока ТРГ-УЭТМ-110 (рисунок 2.1).

Целью расчета является проверка возможности использования заводской двухпорной металлоконструкции в районе с сейсмической активностью 8 баллов, а также определение нагрузок, действующих на обрез фундамента.

### 2.1.2 Климатическая характеристика района:

- ветровой район IV;
- нормативное ветровое давление  $W_0 = 0,8$  кПа;
- сейсмичность 8 баллов согласно шкале MSK-64.

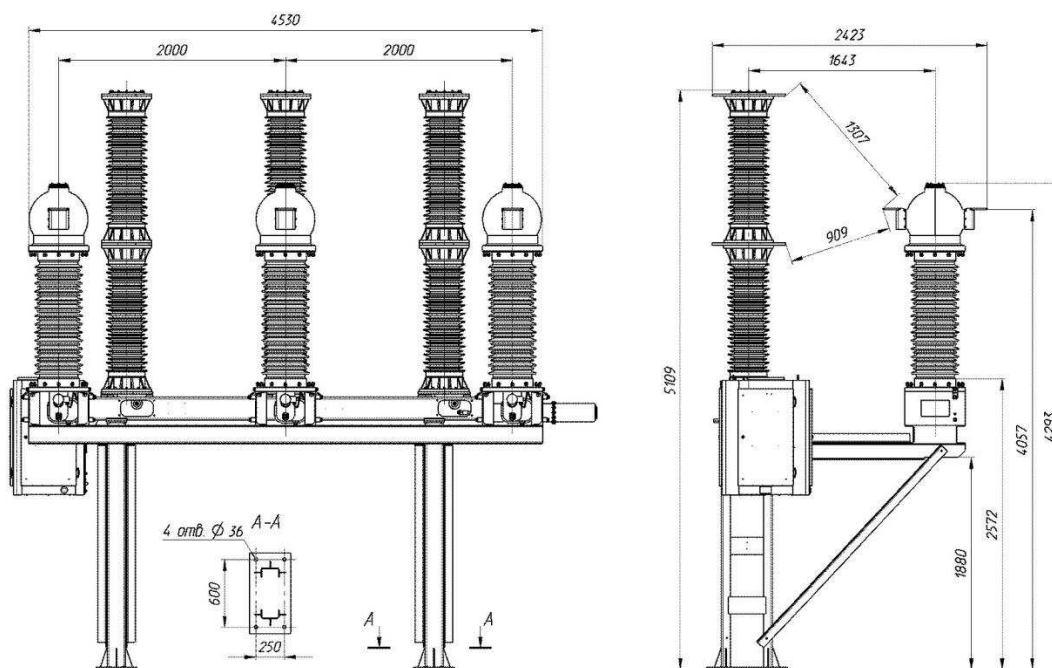


Рисунок 2.1 – Установка выключателя ВГТ-УЭТМ-110 с тремя трансформаторами тока ТРГ-УЭТМ-110 на заводскую металлоконструкцию

Расчет выполнен для нормативного режима работы (п. 1.2.9 [4]) при сочетании климатических условий: ветер (расчет по 2.5.54 [4]), температура минус 10°C (по 2.5.51 [4]), гололед отсутствует. По п. 2.5.61 [4] для районов по гололеду до IV при высоте опор менее 50 м гололедные отложения на опорах не учитываются.

### **2.1.3 Описание метода расчета**

Расчет выполнен в программном комплексе «Лира 9.6» для 9 загружений:

Загружение 1 – постоянная нагрузка – собственный вес конструкции;

Загружение 2 – длительная нагрузка – вес оборудования;

Загружение 3 – кратковременная нагрузка – ветер по X слева направо;

Загружение 4 – кратковременная нагрузка – ветер по X справа налево;

Загружение 5 – кратковременная нагрузка – ветер по Y слева направо;

Загружение 6 – кратковременная нагрузка – ветер по Y справа налево;

Загружение 7 – сейсмическая нагрузка – направление сейсмического воздействия по X;

Загружение 8 – сейсмическая нагрузка – направление сейсмического воздействия по Y;

Загружение 9 – сейсмическая нагрузка – направление сейсмического воздействия по Z.

При задании расчетных сочетаний нагрузок учтены взаимоисключающие загрузки (не могут действовать одновременно):

группа 1 – ветровая нагрузка – загрузки 2,3,4,5;

группа 2 – сейсмическая нагрузка – загрузки 6,7,8.

Из полученных в программе «Лира» расчетных сочетаний нагрузок вручную выбрано два наиболее опасных расчетных сочетания для расчета фундамента.

Габаритные размеры двухопорной металлоконструкции приведены на рисунке 2.2.

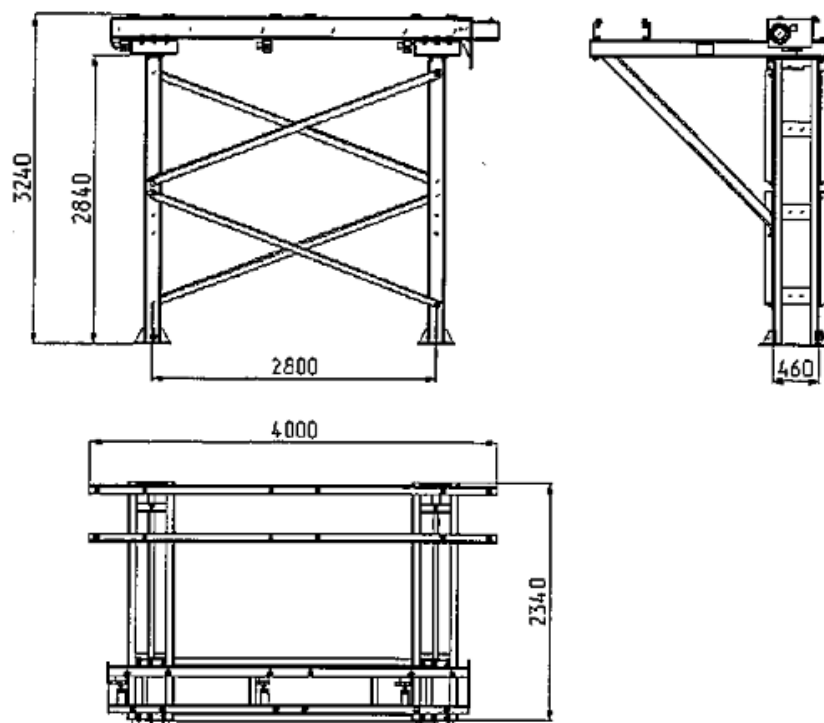
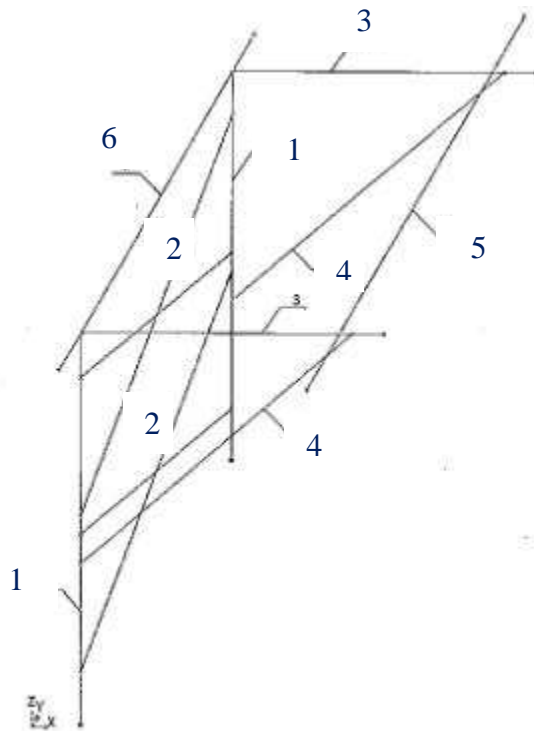


Рисунок 2.2 – Габаритные размеры двухопорной металлоконструкции

Для расчета в программном комплексе «Ли́ра» составлена расчетная схема. Для этого элементы двухопорной металлоконструкции (стойки и балки) заменены на стержни. Расчетная схема и сечение элементов представлена на рисунке 2.3.





- 1- Стойка – гнутый швеллер 160x80x6 ГОСТ 8278-83/С245;
- 2- Связь – уголок горячекатанный равнополочный 80x7, ГОСТ 8509-93/С245;
- 3- Балка консольная - гнутый швеллер 160x80x6 ГОСТ 8278-83/С245;
- 4- Раскос – гнутый швеллер 120x80x6 ГОСТ 8278-83/С245;
- 5- Балка – гнутый швеллер 180x80x6 ГОСТ 8278-83/С245;
- 6- Конструкция выключателя – балка – гнутый швеллер 200x80x6 ГОСТ 8278-83/С245;

Рисунок 2.3 – Расчетная схема двухопорной металлоконструкции

#### 2.1.4 Сбор нагрузок

Расчетная нагрузка от собственного веса опорной металлоконструкции

В программном комплексе «Лира» нагрузка от собственного веса металлоконструкции учитывается автоматически по исходным данным с коэффициентом надежности по нагрузке  $\gamma_{fl} = 1,05$ .

Расчетные нагрузки от веса оборудования определяется по формуле:

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{норм}} \cdot \gamma_{f2}, \quad (2.1)$$

где  $P_{\text{норм}}$  – нормативная нагрузка (вес оборудования), кг;

$\gamma_{f2}=1,2$  – коэффициент надежности при нагрузке.

Таблица 2. 1 – Сбор нагрузок от собственного веса конструкций

Наименование	Нормативная нагрузка $P_{\text{норм}}$ , кг	$\gamma_f$	Расчетная нагрузка $P_{\text{расч}}$ , кг
Полюс выключателя ВГТ-110-40/3150 ХЛ1	360,0	1,2	442,0
Привод выключателя	330,0	1,2	396,0
Трансформатор тока ТРГ-110 (600/5А) УХЛ1	280,0	1,2	336,0

Нормативная ветровая нагрузка на опору

Нормативная ветровая нагрузка на конструкцию опоры определяется как сумма средней и пульсационной составляющих ветровой нагрузки.

$$w_n = w_c + w_p \quad (2.2)$$

Согласно п. 2.5.60 [4] пульсационная составляющая ветровой нагрузки для свободностоящих порталных стальных опор  $w_p = 0,6w_c$

Средняя составляющая ветровой нагрузки  $w_c = w_0 \cdot k_w \cdot c_x$

Тогда  $w_n = w_c + 0,6w_c = 1,6w_c$

Средняя составляющая ветровой нагрузки  $w_c = w_0 \cdot k_w \cdot c_x$

$w_n = 1,6 \cdot w_0 \cdot k_w \cdot c_x$

Расчетная ветровая нагрузка на опору определяется по формуле:

$$w = \gamma_{f3} \cdot w_n \quad (2.3)$$

$$w = \gamma_{f3} \cdot 1,6 \cdot w_0 \cdot k_w \cdot c_x = 1,3 \cdot 1,6 \cdot 0,082 \cdot 0,65 \cdot c_x = 0,111 \cdot c_x \text{ [Т/м}^2\text{]}$$

где  $w_0 = 0,8 \text{ кПа} = 82 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 0,082 \text{ т/м}^2$  – нормативная ветровая нагрузка для IV ветрового района;

$k_w = 0,65$  – коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте и тип местности;

$\gamma_{f3} = 1,3$  – коэффициент надежности по нагрузке.

Расчетная погонная ветровая нагрузка по оси X

-Расчетная погонная ветровая нагрузка на стойку

$$w_{xc} = 0,111 \cdot c_x \cdot b_1 = 0,111 \cdot 1,4 \cdot 0,16 = 0,025 \text{ т/м}$$

$c_x = 1,4$  – аэродинамический коэффициент для решетки (профилей);

$b_1 = 0,16 \text{ м}$  – ширина стойки в направлении ветра по оси X.

-Расчетная погонная ветровая нагрузка на связи

$$w_{xcв} = 0,111 \cdot c_x \cdot b_2 = 0,111 \cdot 1,4 \cdot 0,08 = 0,0125 \text{ т/м}$$

$c_x = 1,4$  – аэродинамический коэффициент для решетки (профилей);

$b_2 = 0,08 \text{ м}$  – ширина стойки в направлении ветра по оси X.

-Расчетная погонная ветровая нагрузка на балку выключателя ВГТ

$$w_{xbв} = 0,111 \cdot c_x \cdot b_3 = 0,111 \cdot 1,4 \cdot 0,2 = 0,031 \text{ т/м}$$

$c_x = 1,4$  – аэродинамический коэффициент для решетки (профилей);

$b_3 = 0,2 \text{ м}$  – ширина балки выключателя в направлении ветра по оси X.

-Расчетная погонная ветровая нагрузка на балку под трансформаторами

ТРГ

$$w_{xbт} = 0,111 \cdot c_x \cdot b_4 = 0,111 \cdot 1,4 \cdot 0,18 = 0,028 \text{ т/м}$$

$c_x = 1,4$  – аэродинамический коэффициент для решетки (профилей);

$b_4 = 0,18 \text{ м}$  – ширина балки под трансформаторами в направлении ветра по оси X.

Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка по оси X

-Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на опору от полюса выключателя

$$w_{вп} = 0,111 \cdot c_{хи} \cdot (d \cdot L)_в = 0,111 \cdot 1,2 \cdot 0,396 \cdot 2,535 = 0,134 \text{ т}$$

$c_{хи} = 1,2$  –аэродинамический коэффициент изолятора полюса выключателя;

$(d \cdot L)_в$  – площадь полюса выключателя.

- Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на опору от трансформатора

$$w_T = 0,111 \cdot c_{хи} \cdot (d \cdot L)_T = 0,111 \cdot 1,2 \cdot 0,425 \cdot 2,135 = 0,121 \text{ т}$$

$c_{хи} = 1,2$  - аэродинамический коэффициент изолятора полюса выключателя (п. 2.5.64 [4]);

$(d \cdot L)_T$  – площадь трансформатора.

- Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на опору от шкафа электропривода

$$w_{шип} = 0,111 \cdot c_{ши} \cdot A_x = 0,111 \cdot 0,8 \cdot 0,635 \cdot 1,0 = 0,056 \text{ т}$$

$c_{ши} = 0,8$  - аэродинамический коэффициент шкафа привода с наветренной стороны;

$A_x$  – площадь шкафа в направлении по оси X.

Расчетная погонная ветровая нагрузка по оси Y

- Расчетная погонная ветровая нагрузка на стойку

$$w_c = 0,111 \cdot c_x \cdot b_5 = 0,111 \cdot 0,8 \cdot 0,46 = 0,04 \text{ т/м}$$

$$w_c' = 0,111 \cdot c_x' \cdot b_5 = 0,111 \cdot 0,5 \cdot 0,46 = 0,026 \text{ т/м}$$

где  $c_x$  - аэродинамический коэффициент с наветренной стороны конструкции;

$c_x'$  - аэродинамический коэффициент с подветренной стороны конструкции;

$b_5=0,46$  м – ширина стойки в направлении ветра по оси Y.

- Расчетная погонная ветровая нагрузка на консольную балку

$$w_{кб} = 0,111 \cdot c_x \cdot b_6 = 0,111 \cdot 1,4 \cdot 0,16 = 0,025 \text{ т/м}$$

$c_x = 1,4$  – аэродинамический коэффициент для решетки (профилей);

$b_6 = 0,16$  м - ширина стойки в направлении ветра по оси Y.

- Расчетная погонная ветровая нагрузка на раскос

$$w_p = 0,111 \cdot c_x \cdot b_7 = 0,111 \cdot 1,4 \cdot 0,12 = 0,019 \text{ т/м}$$

$c_x = 1,4$  - аэродинамический коэффициент для решетки (профилей);

$b_7 = 0,12$  м - ширина стойки в направлении ветра по оси Y.

Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка по оси Y

- Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на опору от полюса выключателя

$$w_{\text{вп}} = 0,111 \cdot c_{\text{хи}} \cdot (d \cdot L)_{\text{в}} = 0,111 \cdot 1,2 \cdot 0,396 \cdot 2,535 = 0,134 \text{ т}$$

$c_{\text{хи}} = 1,2$  – аэродинамический коэффициент изолятора полюса выключателя (п. 2.5.64 [4]);

$(d \cdot L)_{\text{в}}$  – площадь полюса выключателя.

- Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на опору от трансформатора

$$w_{\text{т}} = 0,111 \cdot c_{\text{хи}} \cdot (d \cdot L)_{\text{т}} = 0,111 \cdot 1,2 \cdot 0,425 \cdot 2,135 = 0,121 \text{ т}$$

$c_{\text{хи}} = 1,2$  - аэродинамический коэффициент изолятора полюса выключателя;

$(d \cdot L)_{\text{т}}$  – площадь трансформатора.

- Расчетная сосредоточенная ветровая нагрузка на опору от шкафа электропривода

$$w_{\text{шп}} = 0,111 \cdot c_{\text{шп}} \cdot A_y = 0,111 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,071 \text{ т}$$

$$w_{\text{шп}}' = 0,111 \cdot c_{\text{шп}}' \cdot A_y = 0,111 \cdot 0,8 \cdot 0,5 \cdot 1,0 = 0,045 \text{ т}$$

$c_{\text{шп}} = 0,8$  - аэродинамический коэффициент шкафа привода с наветренной стороны;

$c_{\text{шп}}' = 0,5$  - аэродинамический коэффициент шкафа привода с подветренной стороны;

$A_y$  – площадь шкафа в направлении по оси Y.

На основании расчетных значений ветровой нагрузки, полученных выше, заданы в программном комплексе «Ли́ра» следующие загрузки:

загрузка 3 – ветер по X слева направо;

загрузка 4 – ветер по X справа налево;

загрузка 5 – ветер по Y слева направо;

загрузка 6 – ветер по Y справа налево.

Сейсмические загрузки в ПК «Ли́ра»

Сейсмическая нагрузка учтена в программном комплексе «Ли́ра».

Сейсмические загрузки заданы на основе статистических загрузок 1 и 2.

### 2.1.5 Результаты расчета опорной металлоконструкции

В ПК «Ли́ра» произведена проверка сечений всех элементов опорной металлоконструкции.

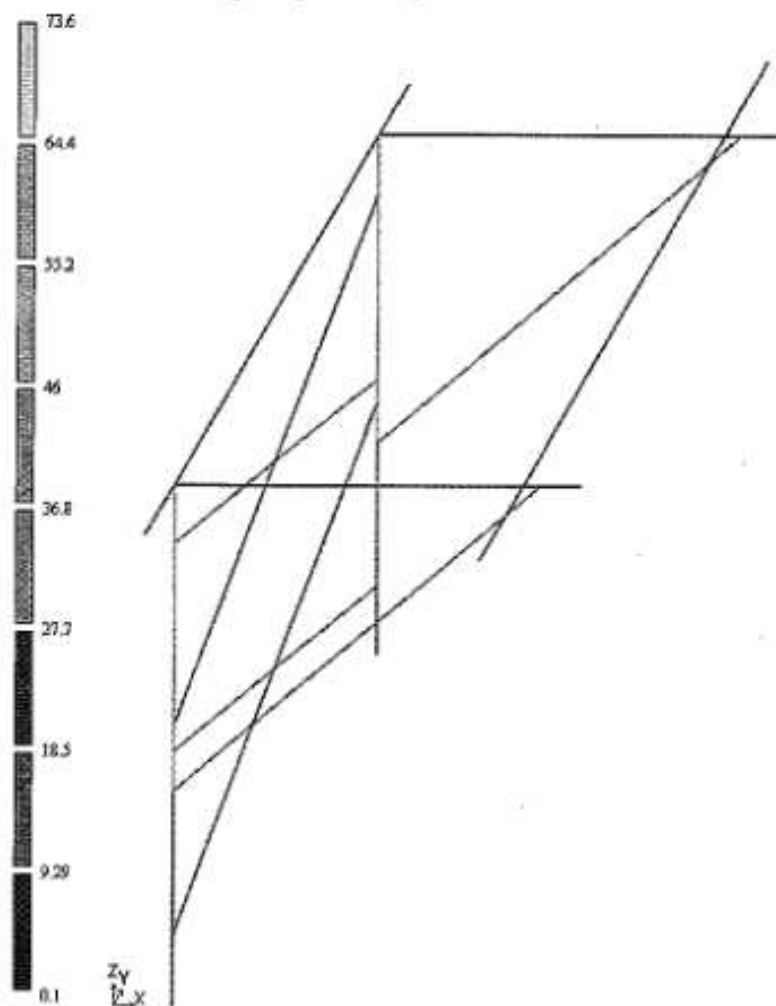


Рисунок 2.4 – Диаграмма несущей способности сечений по 1-му предельному состоянию

**Вывод:** по I группе предельных состояний несущая способность и прочность опорной металлоконструкции обеспечена, процент исчерпания несущей способности не превышает 74% (рисунок 2.4).

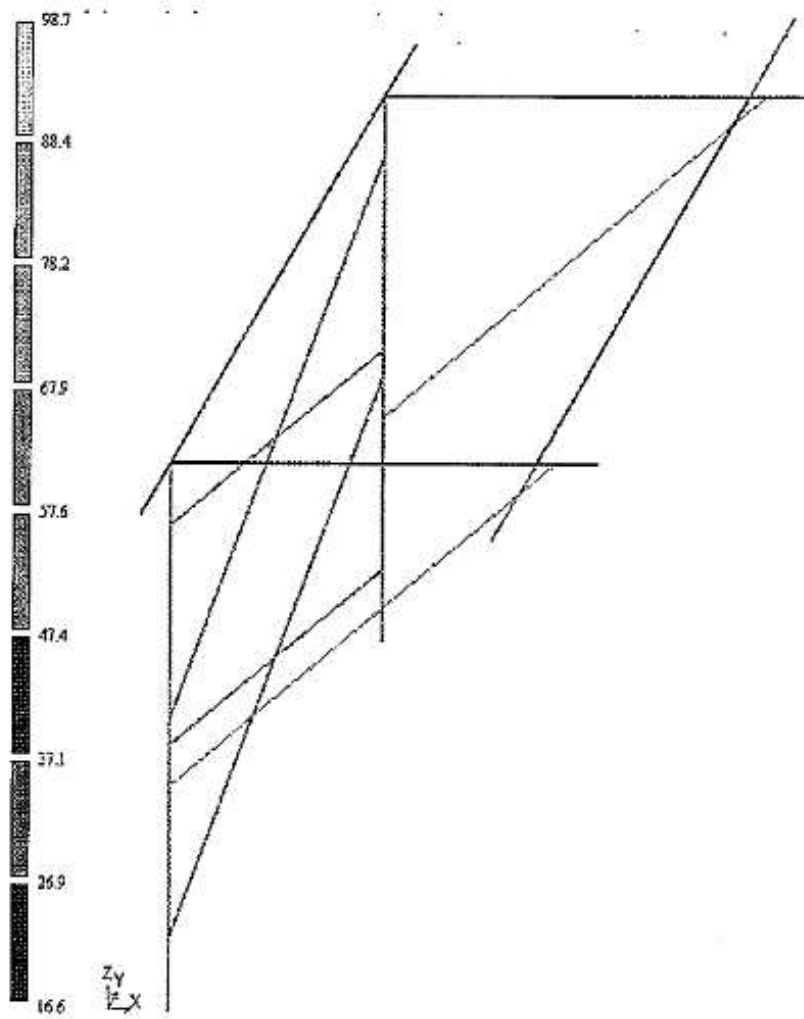


Рисунок 2.5 – Диаграмма несущей способности сечений по 2-му предельному состоянию

**Вывод:** по II группе предельных состояний опорная металлоконструкция пригодна к нормальной эксплуатации, процент исчерпания несущей способности не превышает 99% (рисунок 2.5).

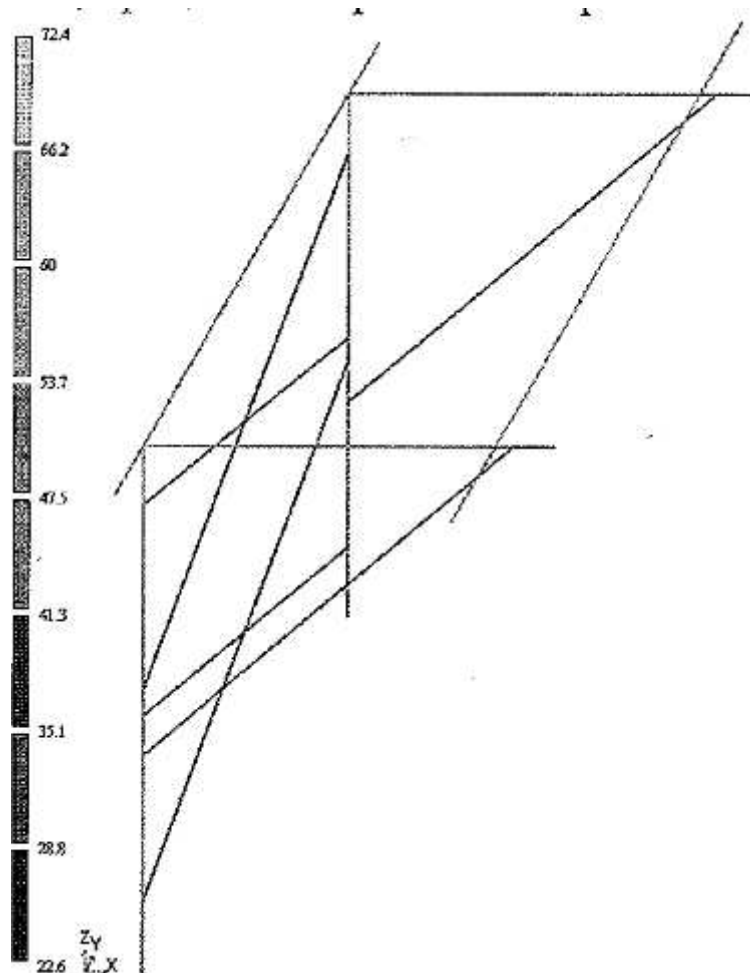


Рисунок 2.6 – Диаграмма проверки сечений по местной устойчивости

**Вывод:** по местной устойчивости опорная металлоконструкция пригодна к нормальной эксплуатации, процент исчерпания не превышает 73% (рисунок 2.6).

### 2.1.6 Нагрузки на фундамент

В ПК «Лира» определены расчетные сочетания нагрузок в опорном элементе. Для расчета фундамента выбрано две комбинации наиболее опасных сочетаний нагрузок, включающие в себя сейсмическое воздействие (табл.2.2, рисунок 2.7).



Таблица 2.2 – Сочетания нагрузок

№ комбинации	№ загрузки	N, т	$M_y, \text{т}^*\text{м}$	$Q_x, \text{т}$	$M_x, \text{т}^*\text{м}$	$Q_y, \text{т}$
1	1,2,6,-8	-3,684	1,226	0,694	-0,369	1,073
2	1,2,3,7	-1,893	-5,097	-1,225	-0,008	0,027

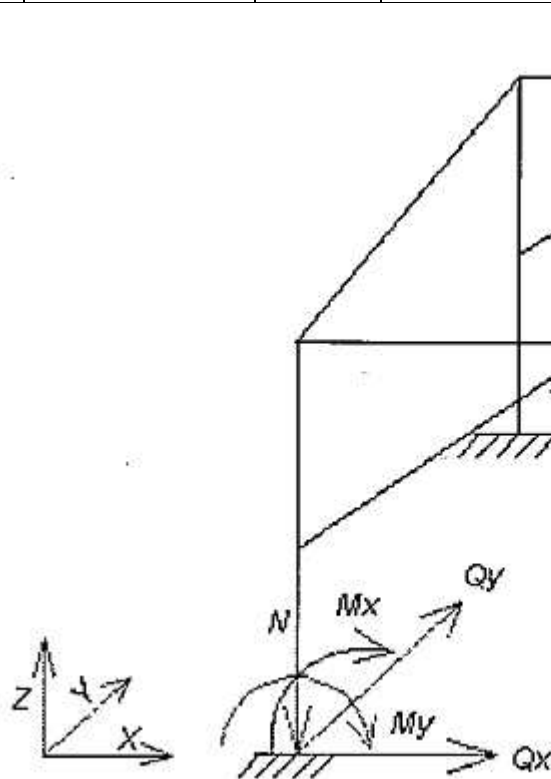


Рисунок 2.7 – Схема нагрузок на фундамент

**Вывод:** двухпорная металлоконструкция, на которой установлен выключатель ВГТ-УЭТМ-110 с тремя трансформаторами тока ТРГ-УЭТМ-110, соответствуют требованиям обеспечения несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации в районе с сейсмической активностью 8 баллов.

## **2.2 Расчет бетонной поверхности ростверка Rcm1 (под опорную металлоконструкцию) на смятие и изгиб**

### **2.2.1 Исходные данные**

Конструкция - железобетонная.

Предварительное напряжение арматуры - отсутствует.

Класс бетона – В30.

Бетон – тяжелый.

Размеры ростверка: 0,65x1x0,6 (h).

### **2.2.2 Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию**

Нормативное значение сопротивления бетона осевому сжатию для предельных состояний первой группы принимается [табл. 6.7, 31]  $R_{bn} = 22$  МПа.

Нормативное значение сопротивления бетона осевому растяжению для предельных состояний первой группы принимается [табл. 6.7, 31]  $R_{btн} = 1,75$  МПа.

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию принимается [табл. 6.8, 31]  $R_b = 17$  МПа.

Класс бетона по прочности  $B = 30$ .

Действие нагрузки - продолжительное.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий длительность действия нагрузки:  $\gamma_{b1} = 0,9$ .

Конструкция бетонируется - в горизонтальном положении.

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий бетонирование в вертикальном положении:  $\gamma_{b3} = 1$ .

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий характер разрушения ячеистого бетона:  $\gamma_{b4} = 1$ .

Для надземной конструкции, при расчетной температуре наружного воздуха в зимний период не менее  $-40^\circ$ :

Коэффициент условия работы бетона, учитывающий влияние попеременного замораживания и оттаивания:  $\gamma_{b5} = 1$ .

Группа предельных состояний - первая.

Сейсмичность площадки строительства - 8 баллов.

Коэффициент условия работы по [27]  $m_{кр} = 1$ .

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию, при  $m_{кр} = 1$ , определяется по формуле

$$R_b = \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b3} \cdot \gamma_{b4} \cdot \gamma_{b5} \cdot R_b, \quad (2.4)$$

где  $\gamma_{b1}$  – коэффициент условия работы бетона, учитывающий длительность действия нагрузки;

$\gamma_{b3}$  – коэффициент условия работы бетона, учитывающий бетонирование в вертикальном положении;

$\gamma_{b4}$  – коэффициент условия работы бетона, учитывающий характер разрушения ячеистого бетона;

$\gamma_{b5}$  – коэффициент условия работы бетона, учитывающий влияние переменного замораживания и оттаивания;

$R_b$  – расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию, МПа.

Принимаем:  $\gamma_{b1} = 0,9$ ;  $\gamma_{b3} = 1$ ;  $\gamma_{b4} = 1$ ;  $\gamma_{b5} = 1$ ;  $R_b = 17$  МПа.

Подставляем значения в формулу, получаем

$$R_b = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 17 = 15,3 \text{ МПа.}$$

Расчетное сопротивление бетона осевому сжатию определяется по формуле

$$R_b = m_{кр} \cdot \gamma_{b1} \cdot \gamma_{b3} \cdot \gamma_{b4} \cdot \gamma_{b5} \cdot R_b, \quad (2.5)$$

где  $\gamma_{b1}$  – то же, что и в формуле (2.41);

$\gamma_{b3}$  – то же, что и в формуле (2.4);

$\gamma_{b4}$  – то же, что и в формуле (2.4);

$\gamma_{b5}$  – то же, что и в формуле (2.4);

$R_b$  – то же, что и в формуле (2.4);

$m_{кр}$  – коэффициент условия работы.

Принимаем:  $\gamma_{b1} = 0,9$ ;  $\gamma_{b3} = 1$ ;  $\gamma_{b4} = 1$ ;  $\gamma_{b5} = 1$ ;  $R_b = 17$  МПа;  $m_{кр} = 1$ .

Подставляем значения в формулу и получаем

$$R_b = 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 17 = 15,3 \text{ МПа.}$$

### 2.2.3 Расчет на смятие

Условие прочности на смятие бетона:

$$\frac{N}{A} \leq R_b, \quad (2.6)$$

где  $N$  – максимальная прилагаемая нагрузка, т;

$A$  – площадь поверхности, на которую приходится прилагаемая нагрузка;

$R_b$  – расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию, МПа.

Подставляем значения в формулу, получаем:

$$\frac{3,7}{0,65} \leq 15,3,$$

$$5,69 \leq 15,3$$

Условие выполняется.

**Вывод:** прочность бетонной поверхности железобетонного ростверка на смятие обеспечена.

## 2.2.4 Расчет на изгиб

При расчете на местный изгиб из ростверка поперек вырезается условная расчетная полоса шириной  $b=0,6\text{м}$ , которая в дальнейшем рассматривается как частично защемленная балка. Ширина расчетного сечения такой балки равна  $0,65\text{м}$ , высота равна высоте ростверка  $h'f = 0,6\text{ м}$ , принимаем защитный слой  $50\text{ мм}$ , расчетное сопротивление арматуры  $R_s = 347\text{ МПа}$ .

Изгибающий момент вычисляется с учетом развития пластических деформаций, частичного защемления и коэффициента по назначению сооружения  $\gamma_f = 0,95$ .

$$M = \frac{q \times l^2}{11}, \quad (2.7)$$

Где  $M$  - изгибающий момент,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

$q$  – полная расчетная нагрузка на  $1\text{ м}^2$  ростверка,  $\text{Н}/\text{м}^2$ ;

$l$  – расчетный пролет ростверка,  $\text{м}$

$$M = \frac{32520 \times 0,42}{11} = 1241\text{ Н} \cdot \text{м} = 1,24\text{кН} \cdot \text{м}$$

Определяем расчетный коэффициент по формуле:

$$a_m = \frac{M}{R_b \cdot b \cdot h'f^2}, \quad (2.7)$$

Где  $M$  - изгибающий момент,  $\text{Н} \cdot \text{м}$ ;

$R_b$  – расчетное значение сопротивления бетона осевому сжатию,  $\text{МПа}$ ;

$b$  – ширина расчётной полосы,  $\text{м}$ ;

$h'f$  - высота ростверка,  $\text{м}$

$$a_m = \frac{1,24}{15,3 \cdot 10^3 \cdot 0,65 \cdot 0,6^2} = 0,16, \quad (2.7)$$

По таблице для арматуры А400 определяем  $\alpha_R=0,390$ ;  $\xi_R=0,531$ .

$a_m=0,16 < \alpha_R=0,390$  сжатая арматура по расчету не требуется

Принимаем армирование ростверка отдельными стержнями с поперечной рабочей арматурой и конструктивной продольной диаметром 10 мм. Шаг стержней в поперечном направлении 20 см, в продольном направлении шаг 20 см. Вертикальная арматура конструктивная с шагом 400х400, предназначена для поддержания проектного положения верхней и нижней сетки.

## 2.3 Конструирование и расчет закладных деталей фундамента под силовой трансформатор

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$

Схема детали

	<p>Закладная деталь при бетонировании на верхней поверхности элемента</p> <p>Число рядов анкеров вдоль X - 2</p> <p>Число рядов анкеров вдоль Y - 4</p> <p><math>\Delta=20</math> мм</p> <p><math>L_a=400</math> мм</p> <p><math>A_y=140</math> мм</p> <p><math>B_x=70</math> мм</p> <p><math>A_x=160</math> мм</p> <p><math>B_y=70</math> мм</p>
--	---

Сталь

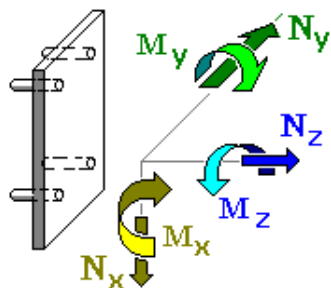
Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y=30581,04$  Т/м<sup>2</sup>

Анкеры

Класс арматуры А-400

Диаметр 10 мм

Нагрузки



	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	T	T	T	T*М	T*М	T*М
1	0	0	6,61	1,91	0	0

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В30

Условия твердения: Естественное

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b2}$  0,9

Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b2}$  1

Результаты расчета по комбинациям загружений

$$N_x = 0 \text{ T}$$

$$N_y = 0 \text{ T}$$

$$N_z = 6,61 \text{ T}$$

$$M_x = 1,91 \text{ T*м}$$

$$M_y = 0 \text{ T*м}$$

$$M_z = 0 \text{ T*м}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 3.44 СНиП	Прочность наиболее напряженного анкера	0,492
п. 5.14 СНиП	Длина заделки нормального растянутого анкера	0,865

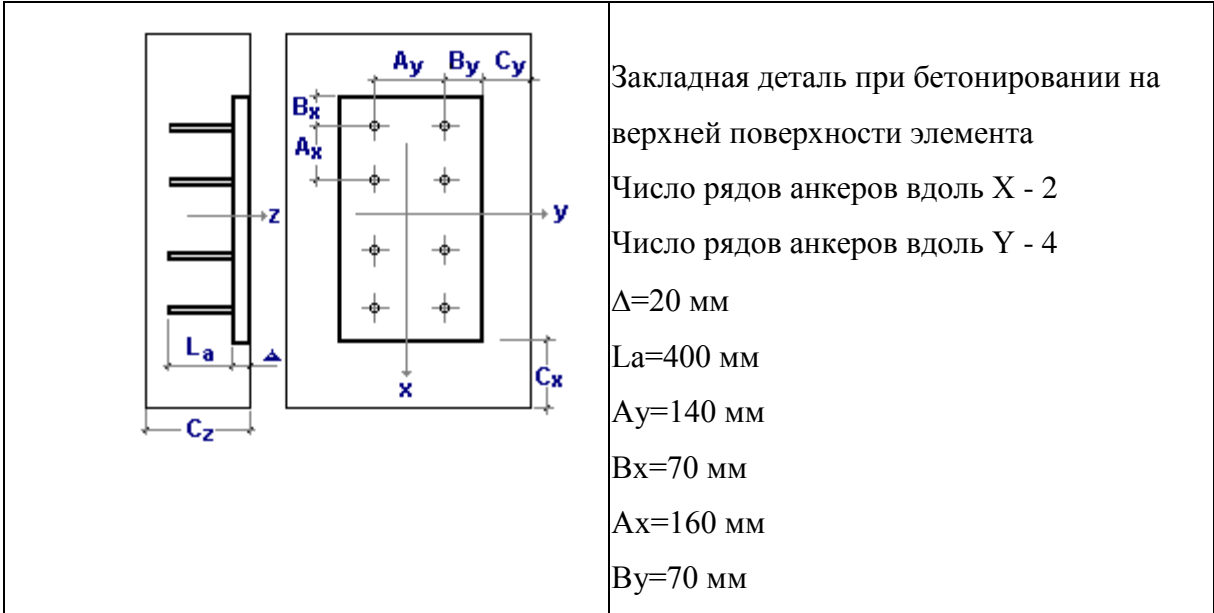
Коэффициент использования 0,865 - Длина заделки нормального растянутого анкера

Расчет выполнен по СП 63.13330.2018

Коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$

Схема детали





Сталь

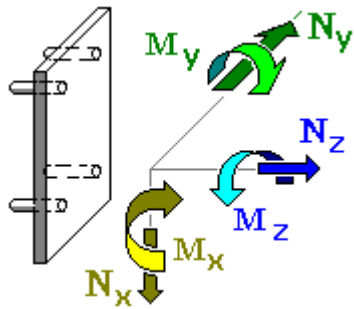
Расчетное сопротивление стали, из которой изготовлена пластина  $R_y=30581,04$  Т/м<sup>2</sup>

Анкеры

Класс арматуры А-400

Диаметр 10 мм

Нагрузки



	$N_x$	$N_y$	$N_z$	$M_x$	$M_y$	$M_z$
	Т	Т	Т	Т*М	Т*М	Т*М
1	0	0	4,1	0	2,61	0

Бетон

Вид бетона: Тяжелый

Класс бетона: В30

Условия твердения: Естественное

Коэффициенты условий работы бетона

Учет нагрузок длительного действия  $\gamma_{b2}$  0,9

Результирующий коэффициент без  $\gamma_{b2}$  1

Результаты расчета по комбинациям загружений

$$N_x = 0 \text{ Т}$$

$$N_y = 0 \text{ Т}$$

$$N_z = 4,1 \text{ Т}$$

$$M_x = 0 \text{ Т*м}$$

$$M_y = 2,61 \text{ Т*м}$$

$$M_z = 0 \text{ Т*м}$$

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 3.44 СНиП	Прочность наиболее напряженного анкера	0,375
п. 5.14 СНиП	Длина заделки нормального растянутого анкера	0,777

Коэффициент использования 0,777 - Длина заделки нормального растянутого анкера.

Отчет сформирован программой АРБАТ (64-бит) вычислительного комплекса SCAD Office.

**Вывод:** прочность наиболее напряжённого анкера диаметром 10 мм обеспечена, длины анкера 400мм достаточно.

## 2.4 Расчет металлического ростверка для установки блочно-модульного здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ

### 2.4.1 Сбор нагрузок

Полное расчетное значение снеговой нагрузки  $S$  на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле 5 СП 20.13330.2016

$$\boxed{S} = S_g \cdot \mu, \quad (2.10)$$

где  $S_g$  - расчетное значение веса снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, принимаемое в соответствии с п.5.2 СП 20.13330.2016;

$\mu$  - коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие, принимаемый в соответствии с пп.5.3-5.6 СП 20.13330.2016.

Расчетное значение веса снегового покрова  $S_g$  на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли для III района (карта 1 СП 20.13330.2016) составляет  $1,8 \text{ кПа}$  (табл.4 СП 20.13330.2016).

$$S = 1,8 * 1 = 1,8 \text{ кПа},$$

Нормативное значение снеговой нагрузки  $s_0$  следует определять умножением расчетного значения на коэффициент  $0,7$ .

$$S_0 = S * 0,7 = 1,8 * 0,7 = 1,26 \text{ кПа}$$

Нормативное значение средней составляющей ветровой нагрузки  $w_m$  на высоте над поверхностью земли следует определять по формуле 6 СП 20.13330.2016:

$$w_m = w_0 \cdot kc \quad (2.11)$$

где  $w_0$  - нормативное значение ветрового давления для III ветрового района (карта 3 СП 20.13330.2016) составляет 0,38 кПа;

$k$  - коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления по высоте для типа местности В  $k=0,5$  (высота  $z \leq 5$  м) (п.6.5 СП 20.13330.2016);

$c$  - аэродинамический коэффициент (п.6.6 СП 20.13330.2016).

$$c_e = +0,8;$$

$$c_{e1} = -0,62 \quad (h1/l = 3980/6750 = 0,6);$$

$$c_{e2} = -0,42;$$

$$c_{e3} = -0,52.$$

$$W_m = 0,38 * 0,5 * 0,8 = 0,152 \text{ кПа};$$

$$W_m = 0,38 * 0,5 * 0,62 = 0,112 \text{ кПа};$$

$$W_m = 0,38 * 0,5 * 0,52 = 0,1 \text{ кПа}.$$

Коэффициент надежности по ветровой нагрузке  $\gamma_f$  следует принимать равным 1,4.

Расчетное значение ветровой нагрузки:

$$W_{\text{навстр}} = 0,152 \text{ кПа} * 1,4 = 0,2128;$$

$$W_{\text{подвет кровля}} = 0,112 \text{ кПа} * 1,4 = 0,1568;$$

$$W_{\text{подветрив}} = 0,1 \text{ кПа} * 1,4 = 0,14.$$

Расчетная сейсмическая нагрузка  $S_{ik}$  в выбранном направлении, приложенная к точке  $k$  и соответствующая  $i$ -тому тону собственных колебаний зданий или сооружений (кроме гидротехнических сооружений), определяется по формуле СП 14.13330.2018:

$$S_{ik} = K_1 \cdot S_{0ik} \quad (2.12)$$

$$S_{ik}=0,25*328,00 \text{ Т}=82,00 \text{ Т},$$

где  $K_1$  - коэффициент, учитывающий допускаемые повреждения зданий и сооружений, принимаемый по табл.3\* СП 14.13330.2018;

$S_{0ik}$  - значение сейсмической нагрузки для  $i$ -го тона собственных колебаний здания или сооружения, определяемое в предположении упругого деформирования конструкций по формуле:

$$S_{0ik} = Q_k \cdot A\beta_i K_\psi \eta_{ik} \quad (2.13)$$

$$S_{0ik}=328,0 \text{ Т} * 0,4*2,5*1*1=328,00 \text{ Т},$$

где  $Q_k$  - вес здания или сооружения, отнесенный к точке  $k$ , определяемый с учетом расчетных нагрузок на конструкции согласно п.2.1 (рис. 1) СП 14.13330.2018;

$A$  - коэффициент, значения которого следует принимать равными 0,1; 0,2; 0,4 соответственно для расчетной сейсмичности 7, 8, 9 баллов;

$\beta_i$  - коэффициент динамичности, соответствующий  $i$ -му тону собственных колебаний зданий или сооружений, принимаемый согласно п.2.6\* СП 14.13330.2018 для грунтов III категории по сейсмическим свойствам при  $0,1\text{с} < T_i < 0,8\text{с}$   $\beta_i = 2,5$ ;

$K_\psi$  - коэффициент, принимаемый по табл. 6\* или в соответствии с указаниями разд. 5 СП 14.13330.2018;

$\eta_{ik}$  - коэффициент, зависящий от формы деформации здания или сооружения при его собственных колебаниях по  $i$ -му тону и от места расположения нагрузки, определяемый по п.2.7 СП 14.13330.2018.

Для зданий высотой до 5 этажей включительно с незначительно изменяющимися по высоте массами и жесткостями этажей при  $T_i$  менее 0,4 с коэффициент  $\eta_{ik}$  допускается определять по упрощенной формуле

$$\eta_k = \frac{x_k \sum_{j=1}^n Q_j x_j}{\sum_{j=1}^n Q_j x_j^2}, \quad (2.14)$$

где  $x_k$  и  $x_j$  - расстояния от точек  $k$  и  $j$  до верхнего обреза фундаментов.

#### 2.4.2 Нагрузки на раму здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ

Собираем нагрузки на балки обвязки фундамента здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ. Нагрузки представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Нагрузки на погонный метр балок обвязки фундамента здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ

	Величина нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная величина нагрузки
<b>Постоянно действующие нагрузки</b>			
Блок (максимальный вес блока 8,5т согласно ТИ-088-2015)	8,5т*19=161,5т	1,05	169,58т
	8,5т/(6,75м*2+2,25м*2)=0,47т/м	1,05	0,49т/м
Собственный вес металлической рамы из швеллера 24П	0,024т/м*275,3м=6,60т	1,05	6,93т
	0,024т/м	1,05	0,025т/м
<b>Временно действующие нагрузки</b>			
Вес снегового покрова	0,7*1*1,8=1,26кПа=0,13т/м <sup>2</sup>	1,4	1,8 кПа=0,18т/м <sup>2</sup>
На кровлю (S кровли=6,75*42,75=288,56м <sup>2</sup> )	0,13т/м <sup>2</sup> *288,56м <sup>2</sup> =37,5т	1,4	52,5т
	37,5т/275,3м=0,14т/м	1,4	0,2т/м

### 2.4.3 Исходные данные для расчета неразрезной многопролётной металлической балки обвязки здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ

Длина балки в пролете между осями 1..5 - 9,25м;

Прокат стали – швеллер стальной горячекатаный 24П ГОСТ 8240-97;

Сталь С245 ГОСТ 27772-2015;

Максимально допустимый прогиб  $1/250=0,037$ ;

Уровень ответственности: нормальный.

### 2.4.4 Методика расчета

Для расчета выбираем горизонтальную неразрезную многопролётную балку в пролёте между осями 1-5. Длина балки 9,25м. Нагружаем согласно представленным в таблице 2.4 нагрузками на погонный метр и проверяем на максимальный прогиб. Расчет выполнен в программе Кристалл вычислительного комплекса SCAD Office. Отчет представлен ниже.

### 2.4.5 Результаты расчета

Неразрезные балки

Расчет выполнен по СП 16.13330.2017

*Общие характеристики*

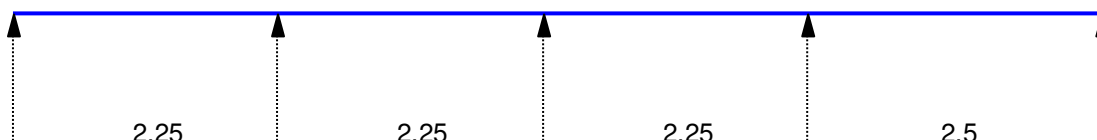
*Сталь: С245*

Группа конструкций 2

Коэффициент надежности по ответственности 0.95

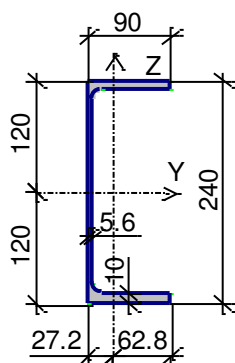
Коэффициент условий работы 1

Конструктивное решение



Расстояние между точками раскрепления из плоскости 3.375 м

Сечение



Профиль: Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-89 24П





### Геометрические характеристики

	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	30.6	см <sup>2</sup>
A <sub>v,y</sub>	Условная площадь среза вдоль оси U	12.577	см <sup>2</sup>
A <sub>v,z</sub>	Условная площадь среза вдоль оси V	11.862	см <sup>2</sup>
□ □	Угол наклона главных осей инерции	0	град
I <sub>y</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	2910	см <sup>4</sup>
I <sub>z</sub>	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	248	см <sup>4</sup>
I <sub>t</sub>	Момент инерции при свободном кручении	7.405	см <sup>4</sup>
I <sub>w</sub>	Секториальный момент инерции	25842.967	см <sup>6</sup>
i <sub>y</sub>	Радиус инерции относительно оси Y1	9.752	см
i <sub>z</sub>	Радиус инерции относительно оси Z1	2.847	см
Y <sub>s</sub>	Расстояние между центром тяжести и центром сдвига вдоль оси Y	3.084	см
W <sub>u+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	242.5	см <sup>3</sup>
W <sub>u-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	242.5	см <sup>3</sup>
W <sub>v+</sub>	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	91.176	см <sup>3</sup>
W <sub>v-</sub>	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	39.49	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,u</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси U	279.854	см <sup>3</sup>
W <sub>pl,v</sub>	Пластический момент сопротивления относительно оси V	77.16	см <sup>3</sup>
I <sub>u</sub>	Максимальный момент инерции	2910	см <sup>4</sup>
I <sub>v</sub>	Минимальный момент инерции	248	см <sup>4</sup>



	Параметр	Значение	Единицы измерения
$i_u$	Максимальный радиус инерции	9.752	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	2.847	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	2.98	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1.291	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7.925	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7.925	см
P	Периметр	80.48	см

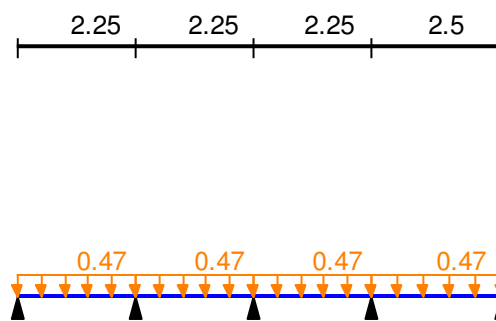
### Загрузка 1 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	
	пролет 1, длина = 2.25 м		
		0.47	Т/м
	пролет 2, длина = 2.25 м		
		0.47	Т/м
	пролет 3, длина = 2.25 м		
		0.47	Т/м
	пролет 4, длина = 2.5 м		
		0.47	Т/м

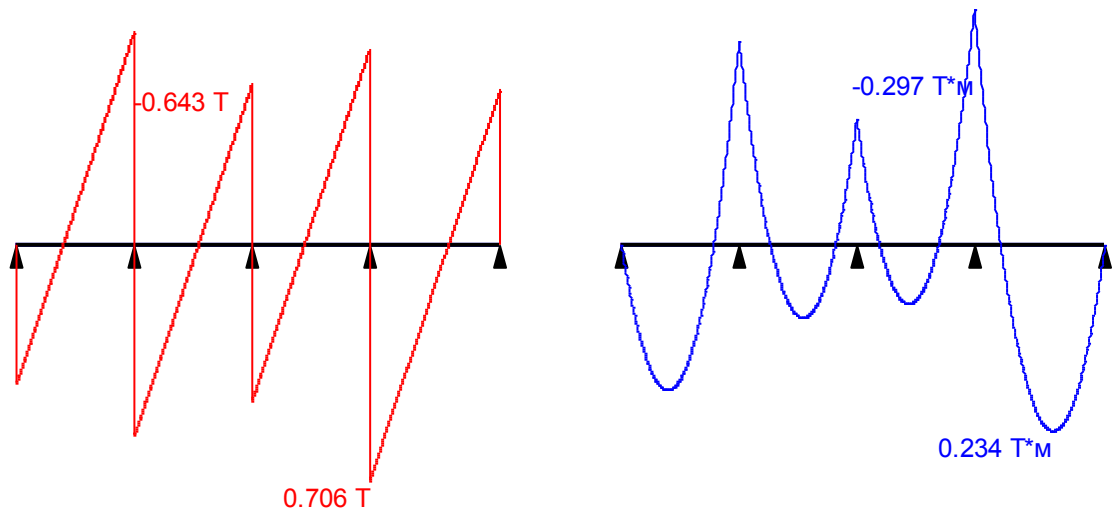
### Загрузка 1 - постоянное

Коэффициент надежности по нагрузке: 1.05

Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



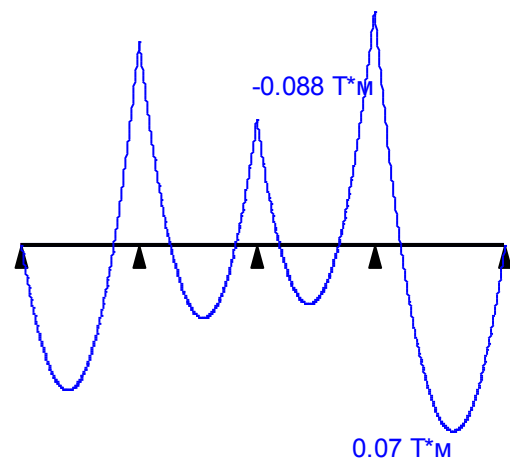
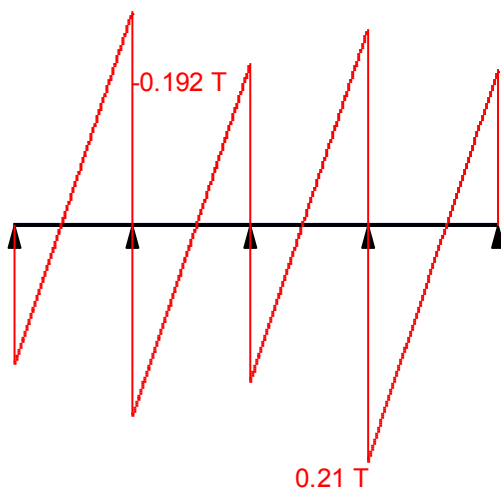
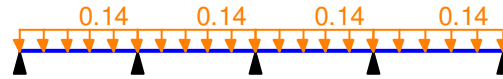
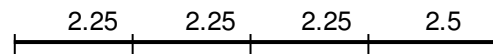
Загрузка 1 - постоянное  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1.05  
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Загрузка 2 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	
	пролет 1, длина = 2.25 м		
	<u>п</u>	0.14	T/м
	пролет 2, длина = 2.25 м		
	<u>п</u>	0.14	T/м
	пролет 3, длина = 2.25 м		
	<u>п</u>	0.14	T/м
	пролет 4, длина = 2.5 м		
	<u>п</u>	0.14	T/м

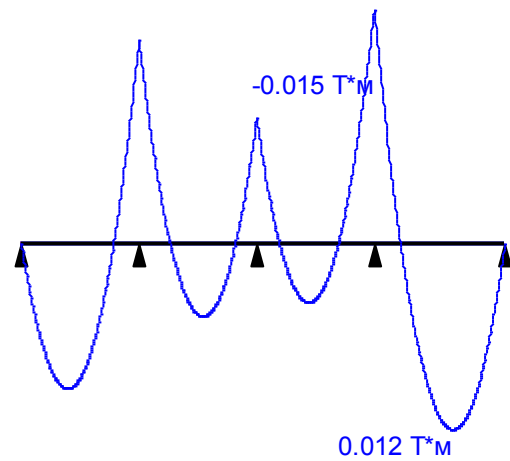
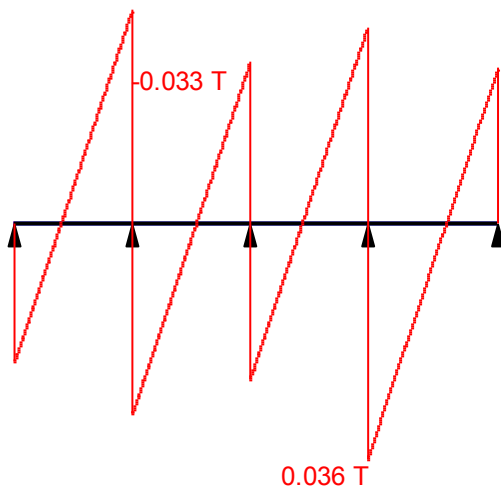
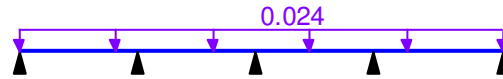
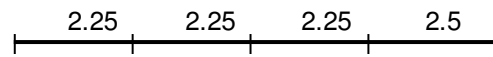
Загружение 2 - постоянное  
 Коэффициент надежности по нагрузке: 1.1  
 Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



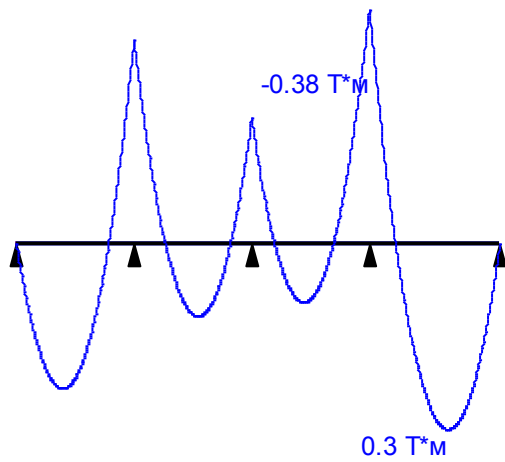
Загружение 3 - постоянное

	Тип нагрузки	Величина	
	$\delta \downarrow$	0.024	T/м

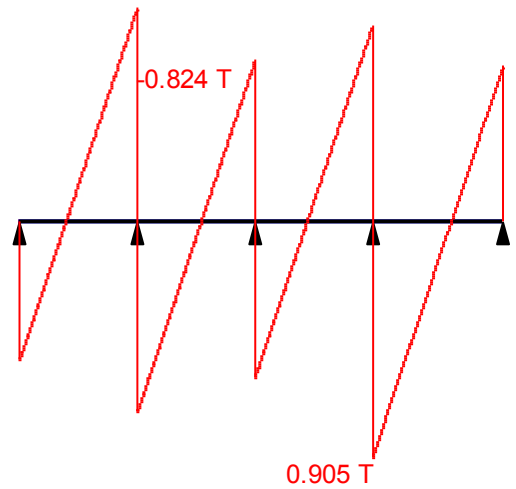
Загружение 3 - постоянное  
Коэффициент надежности по нагрузке: 1.05  
Пояс, к которому приложена нагрузка: верхний



Огибающая величин  $M_{max}$  по значениям расчетных нагрузок

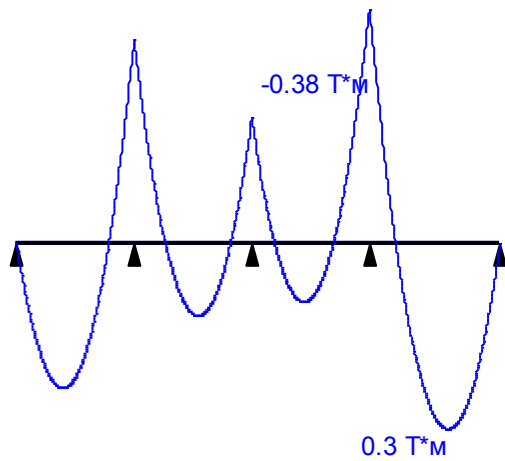


Максимальный изгибающий момент

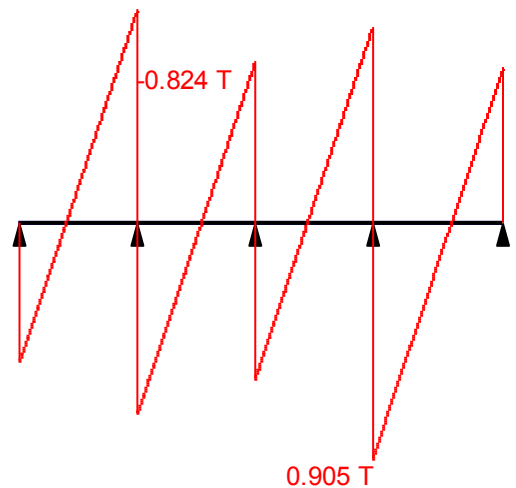


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $M_{min}$  по значениям расчетных нагрузок

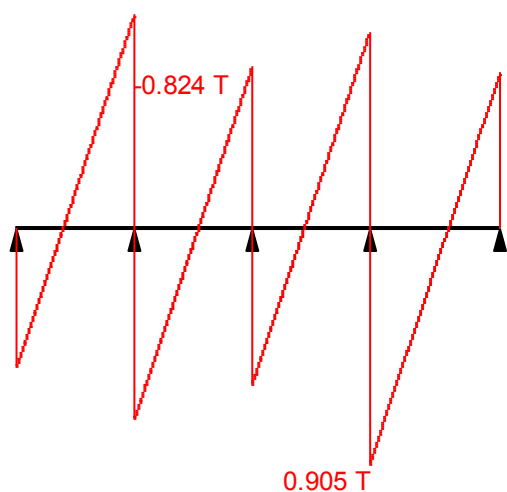


Минимальный изгибающий момент

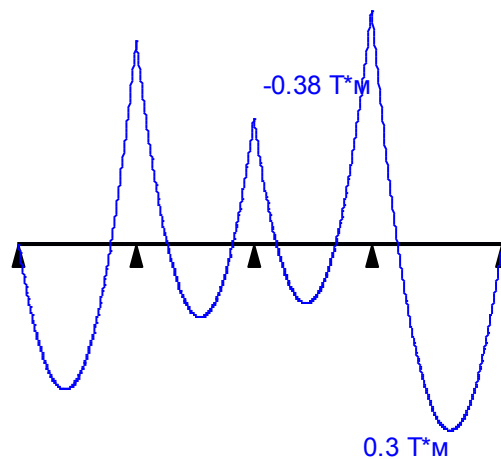


Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $Q_{max}$  по значениям расчетных нагрузок

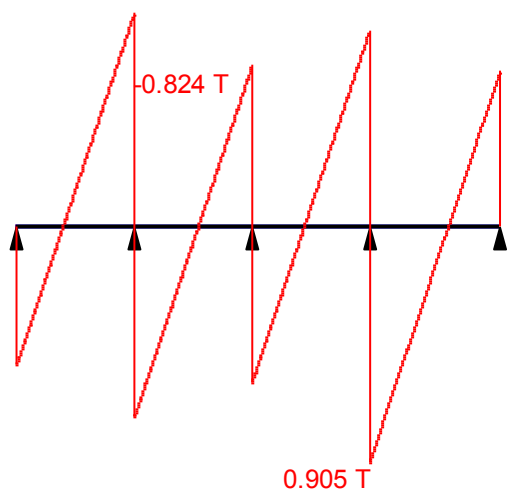


Максимальная перерезывающая сила

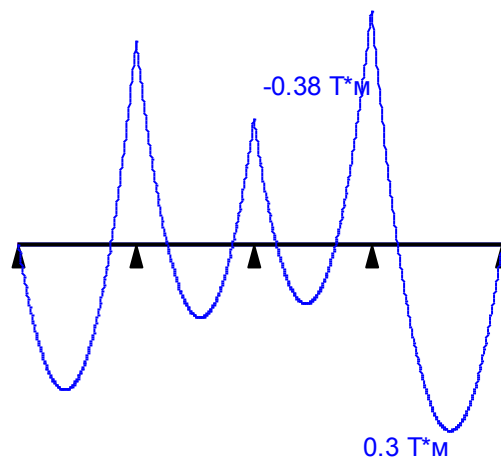


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Огибающая величин  $Q_{min}$  по значениям расчетных нагрузок

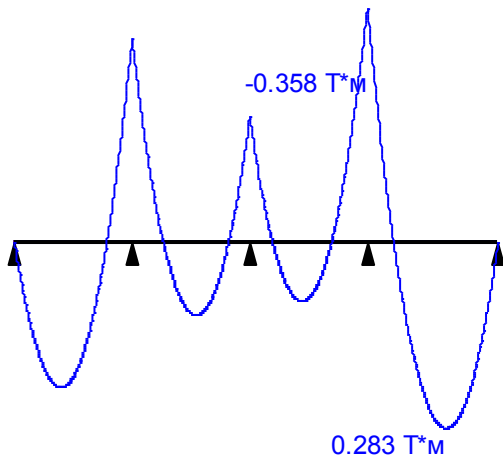


Минимальная перерезывающая сила

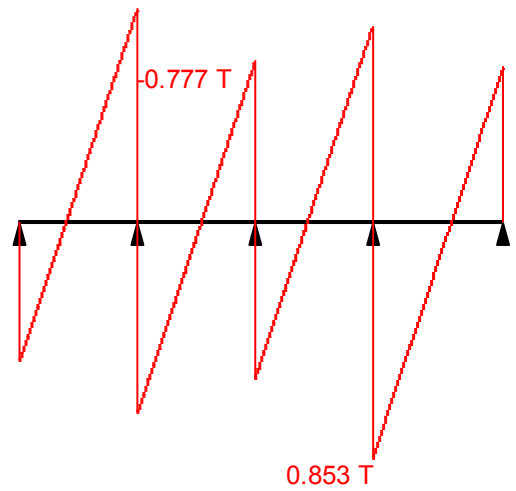


Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе

Огибающая величин  $M_{max}$  по значениям нормативных нагрузок

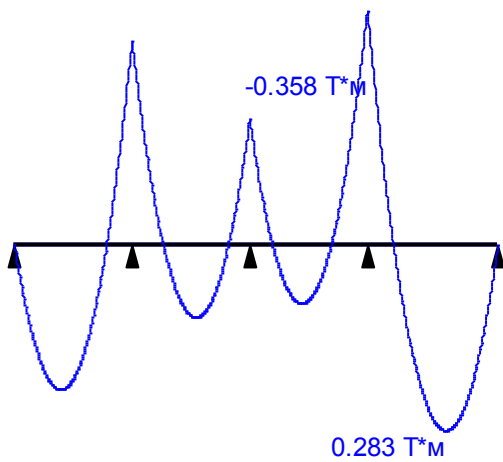


Максимальный изгибающий момент

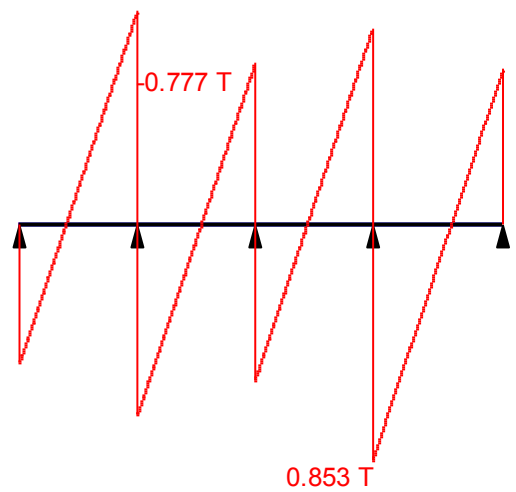


Перерезывающая сила, соответствующая максимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $M_{min}$  по значениям нормативных нагрузок

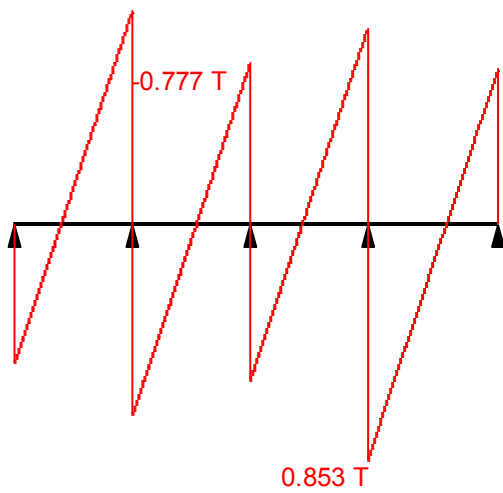


Минимальный изгибающий момент

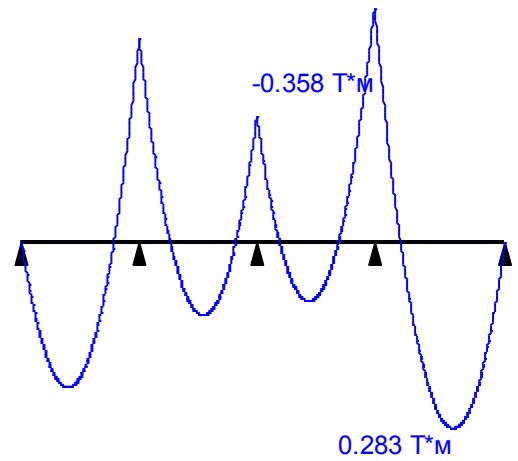


Перерезывающая сила, соответствующая минимальному изгибающему моменту

Огибающая величин  $Q_{max}$  по значениям нормативных нагрузок

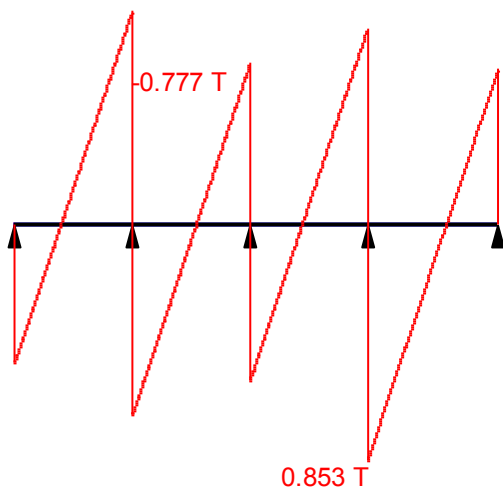


Максимальная перерезывающая сила

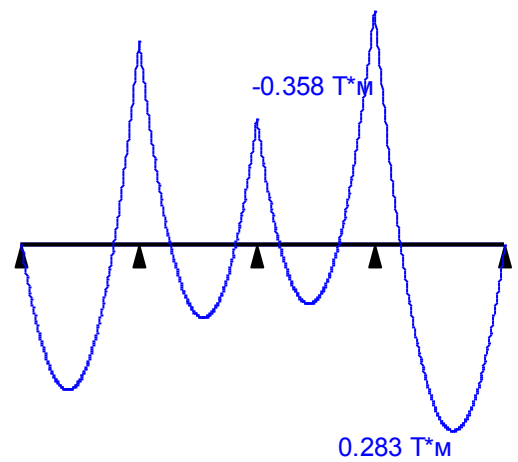


Изгибающий момент, соответствующий максимальной перерезывающей силе

Огибающая величин  $Q_{min}$  по значениям нормативных нагрузок



Минимальная перерезывающая сила



Изгибающий момент, соответствующий минимальной перерезывающей силе



	Опорные реакции				
	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2	Сила в опоре 3	Сила в опоре 4	Сила в опоре 5
	T	T	T	T	T
по критерию $M_{max}$	0.531	1.558	1.221	1.661	0.601
по критерию $M_{min}$	0.531	1.558	1.221	1.661	0.601
по критерию $Q_{max}$	0.531	1.558	1.221	1.661	0.601
по критерию $Q_{min}$	0.531	1.558	1.221	1.661	0.601

### Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии поперечной силы	0.54
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента	0.64
п.5.15	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0.72

Коэффициент использования 0.72 - Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента

Максимальный прогиб - 2.479e-004 м

Отчет сформирован программой Кристалл (64-бит), версия: 21.1

**Вывод:** прочность при действии поперечной силы и изгибающего момента обеспечены, устойчивость плоской формы изгиба при действии момента обеспечена. Балка проходит по максимальному прогибу.

### **3 Проектирование фундаментов**

В качестве фундаментов на электрической подстанции напряжением 110 кВ проектом предусмотрены забивные железобетонные сваи марки С120.30-13, сечением 300х300мм, длиной 12м по серии 1.011.1-10. Для установки оборудования ОРУ, силового трансформатора и здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ предусмотрены различные типы железобетонных свайных ростверков с комплектом фундаментных болтов (для оборудования ОРУ) или закладными деталями (для крепления силового трансформатора и здания). В рамках выпускной квалификационной работы в данном разделе производится расчет несущей способности забивной сваи, определение расчетной нагрузки на сваю фундамента здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ, сравнение несущей способности сваи с максимальной нагрузкой на сваю. А также выбор сваебойного оборудования и технико-экономическое сравнение со свайным фундаментом из буронабивных свай.

#### **3.1 Исходные данные для проектирования**

За относительную отметку  $\pm 0,000$  принята отметка верха опорной рамы для здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ; отметка уровня поверхности земли для остальных сооружений.

Здание прямоугольного очертания в плане.

Габарит здания в плане в осях 6,75х42,75 м.

#### **3.2 Инженерно-геологическая колонка**

Инженерно-геологическая колонка выполнена на основании инженерных изысканий, выполненных ЗАО "Золотопроект" в 2015г. шифр 0058-из.02, и представлена на рисунке 2.1 Физические и механические характеристики грунта в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расчетные характеристики грунтов

№ слоя	Наименование грунта	Расчетные характеристики грунта										
		W	I <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	W <sub>L</sub>	ρ, т/м <sup>3</sup>	ρ <sub>d</sub> , т/м <sup>3</sup>	ρ <sub>s</sub> , т/м <sup>3</sup>	e	E, МПа	φ <sub>1</sub> , град	c <sub>1</sub> , кПа
1	Почвенно-растительный слой											
2	Супесь текучая	0,22	>1	0,17	0,21	2,01	1,64	2,71	0,65	3,8	25	17
3	Суглинок тугопластичный	0,22	0,43	0,17	0,28	2,01	1,65	2,72	0,64	4,5	23	17
4	Суглинок текучепластичный	0,24	0,91	0,17	0,25	1,98	1,59	2,71	0,70	3,0	24	4
5	Песок гравелистый, водонасыщенный	0,12	-			1,80	1,61	2,6	0,66	30	64	1

На период изысканий на территории проведения работ выделено пять инженерно-геологических элементов, пройденные горными выработками:

- ИГЭ-1 - почвенно-растительный слой с корнями растений
- ИГЭ-2 - супесь коричневого цвета, текучая, ненабухающая, непросадочная, незасоленная, карбонатизированная, водопроницаемая, содержание частиц <0,1-85%, песчаных - 15%.
  - ИГЭ-3 - суглинок бурого цвета, тугопластичный, легкий, пылеватый, ненабухающий, незасоленный, карбонатизированный, слабопроницаемый, содержание частиц <0,1 - 87%, песчаных - 13%.
  - ИГЭ-4 - суглинок серого цвета, текучепластичный, легкий, пылеватый, ненабухающий, незасоленный, карбонатизированный, слабопроницаемый, содержание частиц <0,1 - 87%, песчаных - 13%.
  - ИГЭ-5 - песок гравелистый, средней плотности, насыщенный водой, очень сильно водопроницаемый. Содержание контролирующей фракции (>2 мм) - 37%.

Залегание слоев горизонтальное.

Согласно карте С (ОСР-2014) общего сейсмического районирования территории, район работ для средних по сейсмическим свойствам грунтов

относится к 8-бальной зоне по шкале MSK-64. Грунты по сейсмическим свойствам относятся к III категории табл.1 СП 14.13330.2018.

Подземные воды водоносного горизонта аллювиальных отложений на период изысканий вскрыты на глубинах 2,1-2,6 м (абс.отм. 96,8-97,1 м). Возможен подъем грунтовых вод на 1,0 от замеренного в августе. Водовмещающими грунтами являются суглинки от тугопластичных до текучепластичных, супеси текучие и пески гравелистые.

Расчет несущей способности сваи произведен по скважине 3. Инженерно-геологическая колонка по скважине 3 представлена на рисунке 3.1.

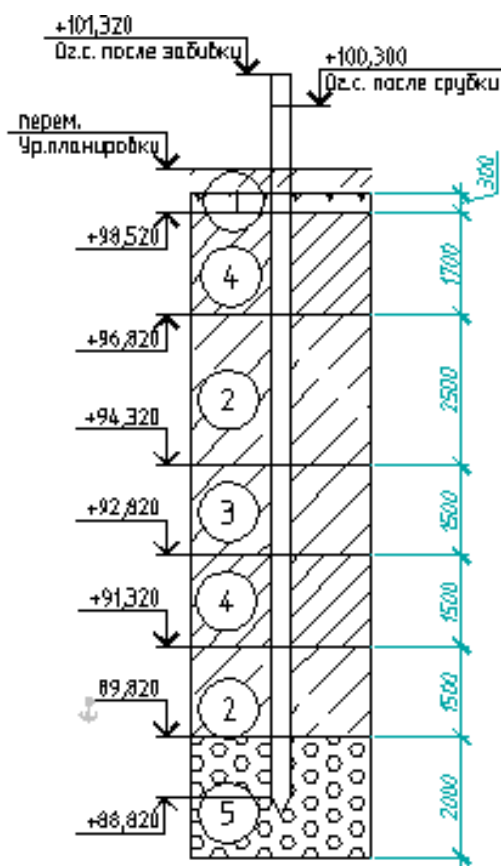


Рисунок 3.1 – Инженерно-геологическая колонка

### 3.3 Сбор нагрузок на сваю

Таблица 3.2 – Нагрузки на фундамент здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ

	Величина нагрузки, Т	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная величина нагрузки, Т
Постоянно действующие нагрузки			
Блок (максимальный вес блока 8,5Т согласно ТИ-088-2009)	$8,5 \cdot 19 = 161,5$	1,05	169,58
Нагрузка от монолитного железобетонного ростверка	$2,5 \text{ Т/м}^3 \cdot 0,3 \text{ м} \cdot 0,6 = 0,45 \text{ Т/м}$	1,1	0,5 Т/м
	$215,1 \text{ м} \cdot 0,45 \text{ Т/м} = 96,8$	1,1	106,48
	258,3		276,05
Временно действующие нагрузки			
Вес снегового покрова	$0,7 \cdot 1 \cdot 1,8 = 1,26 \text{ кПа}$	1,4	1,8 кПа
На кровлю (Сквозли=288,56м <sup>2</sup> )	$1,26 \text{ кН/м}^2 \cdot 288,56 \text{ м}^2 = 36,4$		51,94
Особые нагрузки			
Сейсмическая нагрузка			82,0

### 3.4 Расчетная схема фундаментов

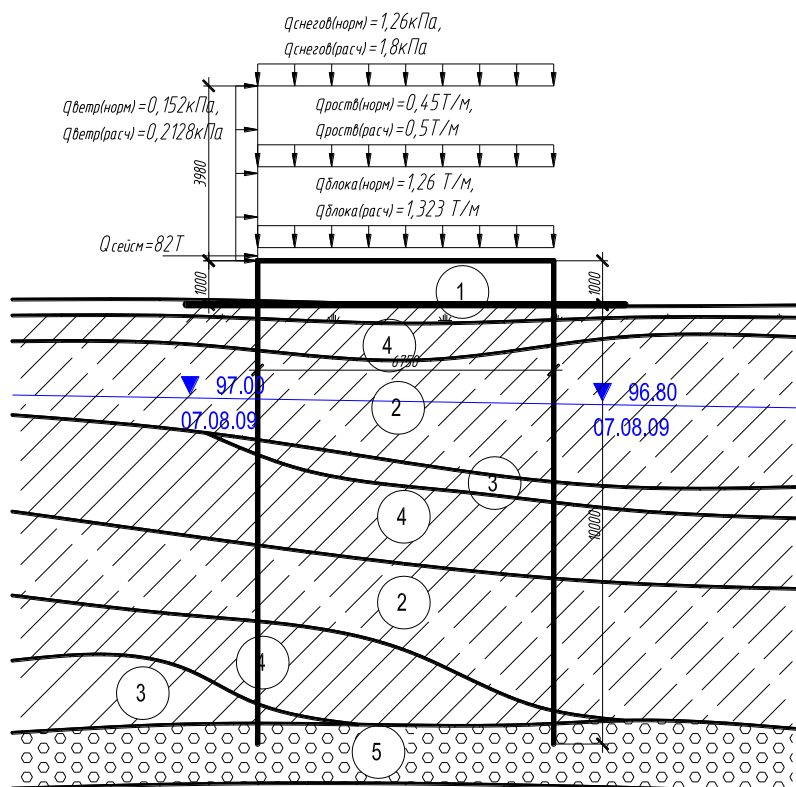


Таблица 3.3 – Основные сочетания нагрузок

Основные сочетания нагрузок:	
1	$1 \cdot q_{\text{собст.вес}} + 0,9 \cdot q_{\text{снегов}} + 0,9 \cdot q_{\text{ветровая}}$
2	
3	$1 \cdot q_{\text{собст.вес}} + 1 \cdot q_{\text{снегов}}$
4	
5	$1 \cdot q_{\text{собст.вес}} + 1 \cdot q_{\text{ветровая}}$
6	
Особые сочетания нагрузок:	
7	$0,9 \cdot q_{\text{собст.вес}} + 0,8 \cdot q_{\text{сейсм}}$
8	$0,9 \cdot q_{\text{собст.вес}} + 0,8 \cdot q_{\text{сейсм}} + 0,5 \cdot q_{\text{снегов}}$

Результаты расчетов:

$M_{\text{max}}$  и  $N_{\text{max}}$  в свае возникает при 8-ом сочетании нагрузок:

$$M_{\text{max}} = 10,1 \text{ Т*м}$$

$$N_{\text{соот}} = 14,88 \text{ Т}$$

$$Q_{\text{соот}} = 14,59 \text{ Т};$$

$$N_{\text{max}} = 15,098 \text{ Т}$$

$$M_{\text{соот}} = 4,5 \text{ Т*м}$$

$$Q_{\text{соот}} = 14,59 \text{ Т.}$$

### 3.5 Расчет несущей способности свай

Согласно п. 7.2.2 [30] несущую способность  $F_d$ , кН, висячей забивной и вдавливаемой свай и железобетонной свай-оболочки, погружаемой без выемки грунта, работающих на вдавливающую нагрузку, следует определять, как

сумму расчетных сопротивлений грунтов основания под нижним концом сваи и на ее боковой поверхности по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot \left[ \gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \sum_i \gamma_{cf} f_i \cdot h_i \right], \quad (3.1)$$

где  $F_d$ , кН – несущая способность сваи;

$\gamma_c$  - коэффициент условий работы сваи в работе, принимаемый равным 1;

$R$  - расчётное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа, определяемое согласно указаниям 7.2.3 [30];

$A$  - площадь опирания сваи на грунт, м<sup>2</sup>, принимаемая по площади поперечного сечения сваи брутто или по площади поперечного сечения камуфлетного уширения по его наибольшему диаметру, или по площади сваи-оболочки нетто;

$u$  – наружный периметр поперечного сечения ствола сваи, м;

$f_i$ - расчетное сопротивление грунта основания по боковой поверхности сваи  $i$ -го слоя грунта, кПа, определяемое согласно указаниям 7.2.3[30];

$\gamma_{cR}$ ,  $\gamma_{cf}$  - коэффициенты условий работы грунта соответственно под нижним концом и на боковой поверхности сваи, учитывающие влияние способа погружения сваи на расчетные сопротивления грунта и принимаемые по таблице 7.4 [30].

Согласно указаниям п. 12.3 [30] при расчете несущей способности свай на сжимающую нагрузку значения  $R$  и  $f_i$  следует умножить на понижающие коэффициенты условий работы грунта основания  $\gamma_{cq1}$  и  $\gamma_{cq2}$ , приведенные в таблице 12.1 [30] и определяемый согласно расчётной сейсмичности зданий и сооружений.

$$\gamma_c = 1;$$

$R = 10500$  кПа без учета понижающего коэффициента;

$R = 7350$  кПа с учетом понижающего коэффициента  $\gamma_{cq1} = 0,7$ ;

$$A=0,09\text{м}^2;$$

$$u=1,2\text{м};$$

$$\gamma_{cR}=1;$$

$$\gamma_{ef}=1;$$

fi	hi	Характеристика грунта	$\gamma_{cq2}$	fi с учетом $\gamma_{cq2}$
	0,3	ПРС		
4	1,7	IL=0,91	0,7	2,8
5	2	IL>1	0,7	3,5
5	0,5	IL>1	0,7	3,5
31	1,5	IL=0,43	0,8	24,8
7	1,5	IL=0,91	0,7	4,9
6	1,5	IL>1	0,7	4,2
65	1	Средний песок	0,8	52

$$F_d = 1(1 \cdot 7350 \cdot 0,09 + 1,2(1 \cdot 0,3 \cdot 0 + 1 \cdot 2,8 \cdot 1,7 + 1 \cdot 3,5 \cdot 2,5 + 1 \cdot 24,8 \cdot 1,5 + 1 \cdot 4,9 \cdot 1,5 + 1 \cdot 4,2 \cdot 1,5 + 1 \cdot 52 \cdot 1)) = 801,13 \text{ кН}$$

**Fd=81,6т (несущая способность забивной сваи на сжатие)**

Согласно п. 7.1.11 [30] сваю в составе фундамента и одиночную по несущей способности грунта основания следует рассчитывать исходя из условия:

$$N \leq \frac{\gamma_0 F_d}{\gamma_n \gamma_k} \quad (3.2)$$

где N - расчетная нагрузка, передаваемая на сваю от наиболее невыгодного сочетания нагрузок, действующих на фундамент, определяемая в соответствии с 7.1.12 [30];

Fd - предельное сопротивление грунта основания одиночной сваи, называемая в дальнейшем несущей способностью сваи и определяемая в соответствии с подразделами 7.2 и 7.3 [30];



$\gamma_n$  - коэффициент надежности по ответственности сооружения, принимаемый равным 1,2; 1,15; 1,10 соответственно для сооружений I, II, III уровней ответственности;

$\gamma_k$  - коэффициент надежности по грунту, принимаемый равным:

1,2 - если несущая способность сваи определена по результатам полевых испытаний статической нагрузкой;

1,25 - если несущая способность сваи определена расчетом по результатам статического зондирования грунта или по результатам динамических испытаний сваи, выполненных с учетом упругих деформаций грунта, а также по результатам полевых испытаний грунтов эталонной свайей или свайей-зондом;

1,4 - если несущая способность сваи определена расчетом с использованием таблиц свода правил, в том числе по результатам динамических испытаний свай, выполненных без учета упругих деформаций грунта;

1,4 (1,25) - для фундаментов опор мостов при низком ростверке, на висячих сваях (сваях трения) и сваях-стойках, а при высоком ростверке - только при сваях-стойках, воспринимающих сжимающую нагрузку независимо от числа свай в фундаменте.

$$15,3m \leq \frac{1,15 \cdot 81,6}{1,15 \cdot 1,4} m$$

$$15,3m \leq 58,3m$$

Условие выполняется

### 3.6 Подбор сваебойного оборудования и назначение контрольного отказа.

Выбираем для забивки свай штанговый дизель-молот С-330. Отношение массы ударной части молота  $m_4$  к массе сваи  $m_2$  должно быть не менее 1. В проекте используются 12м сваи, подбираем сваебойное оборудование по максимальной массе. Т.к.  $m_2 = 2,73$  т, минимальная масса молота  $m_4 = 1 \cdot 2,73 = 2,73$  т. принимаем массу молота  $m_4 = 3$  т (штанговый дизель-молот СП-7). Отказ определяется по формуле:

$$S_a = (E_d \cdot \eta \cdot A) / F_d \cdot [F_d + \eta \cdot A] \cdot [m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)] / (m_1 + m_2 + m_3), \quad (3.3)$$

где  $F_d$  - несущая способность сваи;

$E_d$  - энергия удара;

$m_1$  - полная масса молота;

$m_3$  - масса наголовника;

$\eta$  – коэффициент для железобетонных свай.

Принимаю:  $F_d = 801,13$ кН;  $E_d = 42,4$  кДж;  $m_1 = 4,7$  т;  $m_3 = 0,2$  т;  
 $\eta = 1500$  кН/м<sup>2</sup>.

$$S_a = [42,4 \cdot 1500 \cdot 0,09 / 801,13 \cdot (801,13 + 1500 \cdot 0,09)] \cdot [46,1 + 0,2 \cdot (26,7 + 1,96)] / (46,1 + 26,7 + 1,96) \approx 0,45 \text{ см/удар.}$$

$S_a = 0,45$  см  $>$   $0,2$  см, условие выполняется, значит сваебойное оборудование подобрано верно.

### 3.7 Проектирование свайного фундамента из буронабивных свай

#### а) Конструирование буронабивной сваи

Класс бетона по прочности для буронабивных свай принимаем В25. Армирование сваи осуществляется сварными каркасами. Диаметр рабочей арматуры (продольной) принимаем конструктивно  $4\varnothing 12$  А500. Армирование сваи осуществляется на всю длину сваи. Арматурные каркасы имеют фиксаторы для обеспечения защитного слоя бетона.

Проектируем буронабивные сваи. Длину сваи принимаем 12м. Диаметр сваи  $\varnothing 320$  мм.

#### б) Определение несущей способности свай.

Определяем несущую способность сваи с уширением по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cr} \cdot R \cdot A + U \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot h_i \cdot f_i), \quad (3.4)$$

где  $\gamma_c$  - коэффициент условий работы, принимаемый равным 1,0;

$\gamma_{cr}$  - коэффициент условий работы грунта под нижним концом сваи, принимаемый равным 1,0;

$A$  – площадь опирания на грунт сваи,  $\text{м}^2$ , принимаемая равной: для набивных и буровых свай без уширения - площади поперечного сечения сваи; для набивных и буровых свай с уширением - площади поперечного сечения уширения в месте наибольшего его диаметра; для свай-оболочек, заполняемых бетоном, - площади поперечного сечения оболочки брутто:

$$A = \pi \cdot R^2 = 3,14 \cdot 0,16^2 = 0,08 \text{ м}^2; \quad (3.5)$$

где  $U$  – периметр поперечного сечения сваи:

$$U = 2\pi \cdot R = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,16 = 1,01 \text{ м};$$

$\gamma_{cf}$  - коэффициент условий работы грунта по боковой поверхности сваи, зависящий от способа образования скважины и условий бетонирования, принимаемый равным 0,7;

$f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта по боковой поверхности ствола сваи, кПа;

$h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта, соприкасающегося с боковой поверхностью сваи, м, принимается в зависимости от мощности напластования, но не более 2 м;

$R$  — расчетное сопротивление грунта под нижним концом буронабивной сваи, кПа для глинистых грунтов определяется табл 7.8 [30]:

$$R = 1250 \text{ кПа};$$

$\gamma'_I$  — расчетное значение удельного веса грунта, кН/м<sup>3</sup> (тс/м<sup>3</sup>), в основании сваи;

$\gamma_I$  — осредненное (по слоям) расчетное значение удельного веса грунтов, кН/м<sup>3</sup> (тс/м<sup>3</sup>), расположенных выше нижнего конца сваи;

$d$  — диаметр, м, набивной и буровой свай, диаметр скважины для свай-столба, омоноличенного в грунте цементно-песчаным раствором;

$h$  — глубина заложения, м, нижнего конца сваи, отсчитываемая от природного рельефа или уровня планировки;

$$F_d = 1 * (1 * 1250 * 0,08 + 1,01 * 0,8 * 272) = 320 \text{ кН}.$$

Допускаемая нагрузка на сваю:

$$N_{св} = F_d / \gamma_k = 320 / 1,4 = 228,6 \text{ кН} \quad (2.7)$$

где  $\gamma_k$  – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным 1,4.

**$F_d = 31,6 \text{ т}$  (несущая способность буронабивной сваи на сжатие)**

### 3.8 Сравнение вариантов фундаментов

Исходя из подсчитанных вариантов свай, определили, что число буронабивных свай равно забивным сваям. Несущая способность буронабивной сваи ниже, однако больше чем максимальная нагрузка на сваю. В сравнении вариантов главную роль будет играть трудозатраты на стоимость производства работ. При сравнении вариантов следует учесть высокий уровень грунтовых вод. Устройство буронабивных свай потребует большего объема земляных работ, включающим обсадную трубу и мероприятия по отводу грунтовых вод.

Таблица 3.4 - Техничко-экономические показатели

Шифр и N позиции	Наименование работ	Ед. изм.	Количество	Основная зарплата на ед.,руб.	Основная зарплата, руб
ТЕР 05-01-002-06	Забивные сваи: Погружение дизель молотом ж/б сваи длиной 12м	1м <sup>3</sup>	1,08х12	545,99	589,6
ТСЦ 441-3001	Сваи сплошные, цельного сечения.	м <sup>3</sup>	1,08х4	1567,50	1692,9
ТЕР05-01-010-01	Вырубка бетона и арматурного каркаса	шт	4	115,60	462,4
	Итого:				9592,4
ТЕР05-01-029-03	Устройство буронабивной сваи диаметром до 600мм	м <sup>3</sup>	0,96х8	381	365,7
ТСЦ 204-0023	Арматура А500, диаметром 12мм	т	0,12х8	8773,44	1052,8
ТСЦ109-9042	Шнек	шт	8	466,2	3729,6
ТСЦ-402-0009	Стоимость раствора	м <sup>3</sup>	7,68	837,55	6432,3
ТСЦ530-0064	Трубка полиэтиленовая	м	12х8	47,98	575,76
	Итого				26116,6

Сравнивая технико-экономические показатели видим, что фундамент из буронабивных свай экономически не выгодный, по сравнению с фундаментом из забивных свай почти в 2,7 раз. Окончательно принимаем фундамент из забивных свай.

## **4 Технология строительного производства**

### **4.1 Область применения технологической карты**

Технологическая карта разработана на производство работ по погружению забивных свай длиной 12 м при однорядном и многорядном их расположении при устройстве свайного поля электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край).

При устройстве свайного основания запроектированы железобетонные сваи С120.30-13 (ГОСТ 19804-2012) массой 2730 кг, квадратного сечения 300х300 мм, длиной 12 м.

Технологическая карта разработана для грунтов II группы.

В состав работ, рассматриваемой картой, входят следующие процессы:

- разгрузка свай и складирование их в штабели;
- раскладка и комплектование свай у мест погружения;
- разметка свай и нанесение горизонтальных рисок;
- подготовка копра к производству погрузочных работ;
- погружение свай (строповка и подтягивание свай к копру, подъем свай на копер и заводка в наголовник, наведение свай на точку погружения, погружение свай до проектной отметки или проектного отказа);
- срубка голов свай.

Все работы по погружению свай выполняются в 2 смены, в г. Рубцовске.

## 4.2 Организация и технология выполнения работ

### 4.2.1 Ведомость объемов работ

Ведомость объемов работ представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Ведомость объемов работ

№ п/п	Наименование процесса	Единица измерения По ЕНиР	Количество
1	Разгрузка и складирование свай автомобильным краном.	150св	689
2	Переворачивание свай краном для разметки осей и рисок.	150св	689
3	Подача свай к месту погружения.	150св	689
4	Разметка свай краской через 1 м .	150м сваи	$\frac{12 \cdot 1 \cdot 689}{150} = 55,08$
5	Вертикальное погружение свай (l = 12 м) гусеничным копром.	1 св	689
6	Срубка оголовков свай сечением 300x300 мм.	1 св	689
7	Отгибание стержней арматурного каркаса свай.	150 стержней	$\frac{4 \cdot 689}{150} = 18,36$

### 4.2.2 Спецификация сборных железобетонных конструкций

Спецификация сборных железобетонных изделий представлена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Спецификация сборных железобетонных изделий

№ п/п	Наименование конструкции.	Марка	Количество	Масса, кг		Примечание
				Един.	Всех	
1.	Свая железобетонная ГОСТ 19804 - 2012	C120.30-13	150	2730	1253070	Объем бетона: $V_{б\text{ св}} = 1,09 \text{ м}^3$ $V_{б\text{ общ}} = 500,31 \text{ м}^3$ Расход стали: $R_{\text{ св}} = 74,9 \text{ кг}$ $R_{\text{ общ}} = 34379 \text{ кг}$

### 4.2.3 Выбор машин и механизмов для производства свайных работ

В соответствии с условиями производства работ и типоразмером свай при однорядном и многорядном их расположении принят серийно выпускаемый навесной копер СП-50 на базе экскаватора Э-10011А. С одной стоянки возможна забивка нескольких свай.

В качестве основного рабочего органа копрового оборудования принят трубчатый дизель-молот С - 995 с энергией удара  $P = 19$  кДж.

Расчет копрового оборудования и определение проектного отказа произведены в разделе «Проектирование фундаментов».

### 4.2.4 Технические характеристики штангового дизель-молота С - 995

- |                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| 1. Масса ударной части        | - 1250 кг   |
| 2. Максимальная энергия удара | - 19,0 кДж. |
| 3. Частота ударов в мин.      | - 44        |
| 4. Система охлаждения         | - водяная   |
| 5. Общая масса                | - 2600 кг   |

### 4.2.5 Технические характеристики копра СП – 50

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| 1. Длина погружения свай       | 12 м  |
| 2. Грузоподъемность            | 10 т  |
| 3. Изменение вылета стрелы     |   |
| 4. Наклон направляющей стрелы: | вперед 7°<br>назад 18,5°<br>влево 5°<br>вправо 5° |
| 5. Производительность          |   |
| 6. Базовая машина              | экскаватор Э – 10011А                             |

Для срубки оголовков свай принят пневматический отбойный молоток МО-10П.

Для разгрузки свай в штабели и раскладки их у мест погружения принят автомобильный кран.

Основными параметрами стрелового крана являются:



Грузоподъемность	- Q, т
Высота подъема крюка	- Н кр, м
Вылет стрелы	- L стр, м

$$Q = Q_3 + Q_c = 2730 + 130 = 2860 \text{ кг}; k_3 = 1,1 \quad Q = 3146 \text{ кг}$$

где  $Q_3$  - масса сваи, кг (2730);

$Q_c$  - масса стропа 2СК-5,0 кг (130);

$$H_{кр} = h_0 + h_3 + h_c + h_z,$$

где  $h_0$  – разность между отметкой точки переноса и отметкой стоянки крана, м (2,5);

$h_3$  – толщина сваи в монтажном положении, прикрепленной к крюку крана, м (0,30);

$h_c$  – высота строповки сваи, м (5,4);

$h_z$  - запас по высоте, м (1,0);

$H_{кр}$  – высота подъема крюка над местом складирования.

$$H_{кр} = 2,5 + 0,3 + 5,4 + 1 = 9,2 \text{ м}; k_3 = 1,1 \quad H_{кр} = 10,12 \text{ м}.$$

По требуемым параметрам принимаем гусеничный кран МКГ – 40 гусек 6 м.

$$L_{мп} = B + L_6 + \frac{6_k}{2} = 12600 + 2500 + 1000 + 2250 = 18,350 \text{ м}$$

$$k_3 = 1,1, \quad L_{мп} = 20,185 \text{ м}$$

Технические характеристики:

1. Длина стрелы – 25,8 м
2. Вылет стрелы – 7,0 – 23,0 м
3. Грузоподъемность при min 1 стр = 8 м - 20 т  
при max 1 стр = 23 м - 3 т
4. Высота подъема стрелы 23,5 – 12,5 м
5. Стоимость маш. – ч.

### 4.3 Технология производства свайных работ

До начала погружения свай должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- отрывка котлована и планировка его дна;

- устройство водостоков и водоотлива с рабочей площадки (дна котлована);
- проложены подъездные пути, проведена эл. энергия;
- произведена геодезическая разбивка осей и разметка положения свай и свайных рядов в соответствии с проектом;
- произведена комплектация и складирование свай;
- произведена перевозка и монтаж копрового оборудования;
- произведено пробное погружение свай.

Монтаж копрового оборудования производится на площадке размером не менее 35x15 м.

После окончания подготовительных работ составляют двухсторонний акт о готовности и приемке строительной площадки, котлована, предусмотренных ППР.

Доставленные на строительную площадку железобетонные сваи длиной 12 м разгружают гусеничным стреловым краном МКГ - 40 при помощи 2<sup>х</sup>-ветвевоего стропа 2СК-5,0. Подъем производят за монтажные петли, а при их отсутствии - петлей - «удавкой».

При складировании свай на берме котлована их укладывают рядами в штабели высотой в 3-4 ряда. Высота штабеля не должна превышать 2,5 м. Сваи укладывают на деревянные подкладки и прокладки размером 10x5x20 см, расположенные под монтажными петлями по одной вертикали. При этом головы свай должны быть обращены в одну сторону.

Складирование свай внутри котлована не разрешается. Раскладку свай в рабочей зоне копра на расстоянии не более 10м производят с помощью гусеничного крана на подкладки в один ряд и головы свай должны быть обращены в сторону копра. На объекте должен быть запас свай не менее чем на 2 - 3 дня.

До погружения каждую сваю с помощью стальной рулетки размечают на метры от острия к голове. Метровые отрезки и проектную глубину погружения маркируют яркими карандашными рисками, цифрами (указывающими

метры), и буквами «ПГ» (проектная глубина погружения). От риски «ПГ» в сторону острия с помощью шаблона наносят через 20 мм (на отрезке 20 см) – для удобства определения отказа (погружения свай от одного удара).

Риски на боковой плоскости позволяют видеть глубину забивки в данный момент и определить число ударов молота на каждый метр погружения.

С помощью шаблона на сваю наносят вертикальные риски, по которым визуально контролируют вертикальность погружения свай.

Геодезическую разбивку свайных рядов производят по окончании разбивки основных и промежуточных осей здания. При разбивке центров свай по свайным рядам пользуются компарированной рулеткой. Разбивку выполняют в продольном и поперечном направлениях, руководствуясь рабочими чертежами свайных рядов.

Места забивки свай фиксируют металлическими штырями длиной 25...30 см. Вертикальные отметки голов свай привязывают к отметкам репера. Погружение свай производят навесным копром КН – 1 – 12, СП-50 на базе экскаватора Э-10011А, оборудованным трубчатый дизель - молотом С-995.

Процесс погружения свай состоит из следующих операций:

- строповка свай и подтягивание к месту забивки;
- установка свай в наголовник;
- наведение свай на точку забивки;
- выверка вертикальности;
- погружение свай до проектной отметки или проектного отказа ( см).

Строповку свай для подъема на копер производят за верхнюю петлю карабином рабочего каната и дополнительным страховочным стропом «на удавку». К копру сваю подтягивают рабочим канатом с помощью нижнего отводного блока по дну котлована по прямой линии.

Поднимают молот на высоту, обеспечивающую установку свай. Заводку свай в наголовник производят путем ее поднятия к мачте с последующей установкой в вертикальное положение.

Поднятую на копер сваю наводят на точку забивки и разворачивают свайным ключом относительно вертикальной оси в проектное положение. Во избежание раскачивания свай во время подъема следует применять специальные оттяжки из пенькового каната.

Перед началом погружения сваю фиксируют в двух положениях: в верхней части – установленным на нее наголовником, в нижней части – специальным хомутом, связанным с мачтой копра.

Погружают сваи до проектной отметки ударным способом при помощи дизель-молота С - 995.

Повторную выверку производят после погружения сваи на 1,0 м и корректируют с помощью механизмов наведения.

Забивку свай ведут до получения проектного отказа.

По мере приближения острия сваи к проектной отметке забивку производят залогом по 10 ударов, а глубину погружения измеряют после каждого залогом. Отказ определяют делением глубины погружения сваи на число ударов в залогом. В конце забивки, когда отказ сваи по своей величине близок к расчетному, производят его измерение. Отказ измеряют нивелиром по полосе миллиметровой бумаги, прикрепленной к деревянной рейке, которую располагают рядом с погружаемой сваей.

Измерения отказов производятся с точностью до 1 мм не менее, чем по трем последовательным залогом на последнем метре погружения сваи.

За отказ, соответствующий расчетному, следует принимать минимальное значение средних величин отказов трех последних залогом.

После получения проектного отказа забивку сваи прекращают.

Сваю, не давшую проектного отказа, подвергают контрольной добивке после «отдыха» ее в грунте в соответствии с ГОСТ 5686-78\*. Исполнительным документом при выполнении свайных работ являются журнал забивки свай и сводная ведомость забивки свай.

Срубку голов свай начинают после завершения работ по погружению свай на захватке. В местах срубки голов свай наносят риски. Операцию по

срубке голов выполняют с помощью пневматического отбойного молотка МО-10П. Чтобы избежать откола бетона, необходимо применять инвентарные металлические хомуты, которые надевают на сваю по линии, намеченной срубке.

Газовой резкой производят срезку арматуры свай.

Работу по погружению свай выполняют следующие монтажные звенья:

Разгрузку и раскладку свай	–	звено № 1 машинист 5р - 1 чел. такелажники (бетонщики) 3р - 2чел
Разметку свай, погружение свай	–	звено № 2 машинист 6р - 1 чел. копровщик 5р - 1чел. копровщик 3р - 1чел.
Срубку голов свай	–	звено № 1 машинист 5р - 1 чел. такелажники (бетонщики) 3р - 2чел
Срезку стержней арматуры	–	звено № 3 газорезчик 4р - 1чел.

Все звенья, работающие на погружении свай, включают в комплексную бригаду.

#### **4.4 Калькуляция затрат труда, машинного времени и заработной платы**

Калькуляция разработана на основе ведомости объемов работ с использованием нормативных документов (сборник ЕНиР Е-12 «Свайные работы»)

#### **4.5 Техника безопасности**

При производстве работ по забивке свай необходимо неукоснительно соблюдать требования СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве» часть 2 строительное производство.

1. Сваебойные машины должны быть оборудованы ограничителями высоты подъема грузозахватного приспособления и звуковой сигнализацией.

2. Канаты должны иметь сертификат завода - изготовителя или акт об их испытании; грузозахватные средства должны быть испытаны и иметь бирки или клейма, подтверждение их грузоподъемностью и дату испытания.

3. Расстояние между установленными сваебойными машинами и расположенными вблизи них строениями определяется ППР. При работе указанных машин следует установить опасную зону на расстоянии не менее 15 м от места забивки свай.

4. Передвижку сваебойных машин следует производить по заранее спланированному горизонтальному пути при нахождении конструкции машин в транспортном положении.

#### **4.6 Порядок производства работ**

1. Осуществлять монтаж, демонтаж и перемещение сваебойных машин осуществлять под непосредственным руководством лиц, ответственных за безопасное выполнение работ.

2. Монтаж, демонтаж и перемещение сваебойных машин при ветре 15 м/с и более или грозе не допускаются.

3. Техническое состояние сваебойных машин (надежность крепления узлов, неисправность связей и рабочих настилов) необходимо проверять перед началом каждой смены.

4. Перед подъемом конструкций сваебойных машин их элементы должны быть надежно закреплены, а инструмент и незакрепленные предметы удалены.

5. При подъеме конструкции, собранной в горизонтальном положении, должны быть прекращены все другие работы в радиусе, равном длине конструкции плюс 5 м.

6. В период работы сваебойных машин лица, непосредственно не участвующие в выполнении данных работ, к машинам на расстоянии менее 15 м не допускаются.

7. Перед началом сваебойных работ необходимо проверить:

- исправность звуковых и световых сигнальных устройств, ограничителя высоты подъема грузозахватного органа;

- состояние канатов для подъема механизмов, а также состояние грузозахватных устройств;

- исправность всех механизмов и металлоконструкций.

8. Перед началом осмотра, смазки, чистки или устранения каких-либо неисправностей копра сваебойный механизм должен быть опущен и поставлен в устойчивое положение, а двигатель остановлен и выключен.

9. Спуск и подъем сваи производится после подачи предупредительного сигнала.

Во время подъема или спуска дизель - молота запрещается производить на копре работы, не имеющие отношения к указанным процессам.

10. Подъем сваи и сваебойного молота необходимо производить отдельными крюками. При наличии на копре только одного крюка для установки сваи сваебойный молот должен быть снят с крюка и установлен на надежный стопорный болт.

11. При подъеме свая должна удерживаться от раскачивания и кручения при помощи расчалок.

12. Одновременный подъем сваебойного молота и сваи не допускается.

13. Сваи разрешается подтягивать по прямой линии в пределах видимости машиниста копра только через отводной блок, закрепленный у основания копра. Запрещается подтягивать копром сваи на расстояние более 10 м и с отклонением их от продольной оси.

14. При резке забитых в грунт свай необходимо предусматривать меры, исключающие внезапное падение убираемой части.

15. Установка свай и сваебойного оборудования производится без перерыва до полного их закрепления.

Оставлять их на весу не допускается.



#### 4.7 Техничко-экономические показатели

1. Продолжительность работ по календарному графику

$$T_0 = 32 \text{ дня;}$$

2. Себестоимость работ  $C_e$ , руб./св.

$$C_e = \frac{1,08 \cdot \sum C_{мсм} \cdot T_0 + 1,5 \sum Z_n}{V}$$

где  $C_{мсм}$  - стоимость машино - смены машин, работающих при забивке свай, руб.

$$C_{мсм}(\text{копер}) = 358 * 8 = 2864 \text{ руб.}$$

на базе

экскав. Э10011А

$$C_{мсм}(\text{МКГ-40}) = 867,1 * 8 = 6936,8 \text{ руб.}$$

$T_0$  - продолжительность работы машин на строительной площадке, см.

$$T_{0 \text{ МКГ-40}} = 111,08 \text{ маш. ч.} = 13,89 \text{ маш. см.}$$

$$T_{0 \text{ КОПРА}} = 243,27 \text{ маш. ч.} = 30,40 \text{ маш. см.}$$

$Z_n$  - заработная плата рабочих, руб.

$V$  - объем работ, св.  $V = 150$  св. или  $163,5 \text{ м}^3$

$\left. \begin{matrix} 1,08 \\ 1,05 \end{matrix} \right\}$  - коэффициенты накладных расходов соответственно

на эксплуатацию машин и заработную плату рабочих.

$$C_e = \frac{1,08 \cdot (6936,8 \cdot 13,89 + 2864 \cdot 30,40) + 1,5 \cdot 1479,63 \cdot 64}{500,31} = 679,85 \text{ руб./м}^3$$

3. Трудоемкость работ на  $1 \text{ м}^3$   $T_e$ , час/ $\text{м}^3$

$$T_e = \frac{T_p}{V};$$

где  $T_p$  - нормативные затраты труда рабочих (по калькуляции), чел - час.

$$T_e = \frac{898,23}{163,5} = 5,5 \text{ чел} - \text{час/м}^3$$

4. Выработка 1 рабочего в смену

$$B_{см} = \frac{V \cdot 8}{T_p} = \frac{163,5 \cdot 8}{898,23} = 1,5 \text{ м}^3/\text{см} \approx 2 \text{ м}^3/\text{см}$$

5. Сменная производительность копра

$$П_{см} = \frac{8}{H_{вр}} = \frac{8}{0,53} = 15 \text{ св/см.}$$

## 5 Организация строительного производства

### 5.1 Область применения строительного генерального плана

Данный строительный генеральный план составлен на основной период строительства электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край).

### 5.2 Подбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов

Особенностью производства работ на подстанции «Северная» является наличие двух кранов. Для установки электротехнического оборудования ОРУ и разгрузки свай используется кран МГК-40. Максимальный вес оборудования ОРУ 9т. Для установки силового трансформатора массой 40т и монтажа блоков здания ЗРУ выбран кран Liebherr LTM-1160 в связи с большой массой силового трансформатора и необходимого вылета крюка для установки блоков здания.

### 5.3 Определение величины опасных зон и привязка крана

#### 5.3.1 Поперечная привязка крана

Поперечная привязка самоходного крана к зданию, или минимальное расстояние от оси движения крана до наиболее выступающей части здания определяется по формуле:

$$b=R_{\text{пч}}+l_{\text{без}}, \quad (5.1)$$

где  $l_{\text{без}}$  – минимально допустимое расстояние от хвостовой части поворотной платформы крана до наиболее выступающей части здания;

$R_{\text{пч}}$  – радиус, описываемый хвостовой частью поворотной платформы крана.

Принимаем:  $l_{\text{без}}=1$  м;  $R_{\text{пч}}=3,7$  м.

Подставляем значения в формулу (5.1), получаем

$$b = 3,7 + 1 = 4,7 \text{ м.}$$

### **5.3.2 Определение опасных зон.**

К зонам постоянно действующих производственных факторов, связанных с работой монтажных кранов, относятся места, где происходит перемещение грузов. Эта зона ограждается защитными ограждениями по ГОСТ 23407-78.

### **5.3.3 Опасная зона обслуживания крана**

Зоной обслуживания крана или рабочей называют пространство, находящееся в пределах линии, описываемой крюком крана. Она равна максимальному рабочему вылету крюка крана.

Зона обслуживания крана (рабочая зона) определяется по формуле

$$R_{з.о.к.} = R_{p.max}, \quad (5.3)$$

где  $R_{в.max}$  – максимальный рабочий вылет крюка крана.

Принимаем  $R_{p.max} = 10$  и  $15$  м для крана МГК-40

## **5.4 Определение нормативной продолжительности строительства**

Согласно пункту 11 (применительно) раздела «А.1 Электроэнергетика» СНиП 1.04.03-85 общая нормативная продолжительность строительства (Тн) составляет 6 месяцев.

Расчетная продолжительность строительства с учетом коэффициентов  $K1 = 1,8$  (природно-климатические условия), согласно п.11 Общих положений СНиП 1.04.03-85, составляет:

$T_H = 6 \times 1,8 \approx 10$  мес.

в том числе 1 месяц подготовительный период.

Год строительства (ориентировочно) – 2018.

В подготовительный период должны быть выполнены работы по обеспечению поставки материалов и оборудования, подготовке складских помещений, аренде помещений, если таковая требуется.

Сроки строительства определены эмпирически. Фактические календарные сроки определяются в процессе заключения договора на строительство.

Строительно-монтажные работы по реализации проекта предусмотрено проводить в одну очередь.

Расчетную продолжительность строительства объекта принимаем 10 месяцев.

## **5.5 Проектирование временных дорог и проездов**

К проектируемой ПС обеспечен проезд с северо-восточной стороны, шириной 4,5 м для хозяйственного и противопожарного обслуживания.

Проезд к ПС осуществляется по дорогам местного назначения с гравийным покрытием.

Складирование доставленных автотранспортом конструкций, материалов и оборудования производится на открытых площадках на территории подстанции.

Проектом предусмотрено строительство временных и постоянных автодорог, которые можно использовать для построечного транспорта.

Расположение дорог на стройгенплане обеспечивает проезд в зону действия монтажного крана, склада, бытовыми помещениями.

У въездов на строительную площадку устанавливается информационный стенд пожарной защиты с нанесенными строящимися и вспомогательными зданиями и сооружениями, схемой движения транспорта, местонахождением водоисточников, средств пожаротушения и связи, и назначается пожарный расчет.

На дорогах должна предусматриваться установка знаков ограничения скорости движения транспорта.

Поскольку основная часть построечных дорог предусмотрена по полотну построечных дорог, устанавливается верхний слой из песчано-гравийной смеси.

Дорога с однополосным движением, ширина проезжей части – 4,5 м.

## 5.6 Потребность в кадрах

Потребность строительства в кадрах определена на основе нормативной трудоёмкости строительно-монтажных работ, принятой продолжительностью реконструкции и процентного соотношения численности работающих по их категории.

В состав работающих входят: рабочие, инженерно-технические работники (ИТР), служащие, младший обслуживающий персонал (МОП) и охрана.

Потребность строительства в кадрах представлена в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Ведомость потребности в кадрах

Показатель	Ед. изм.	Значение	Примечание
Продолжительность строительства	мес.	10	
Количество рабочих смен в сутках	см.	2	
Продолжительность рабочей смены	час.	8	
Количество рабочих дней в неделю	дн.	5	
Среднее количество рабочих дней в месяц	дн.	21	
Общее количество работающих, в том числе по категориям:	чел.	42	100%
- рабочие	чел.	35	84,5%
- ИТР	чел.	4	11,0%
- служащие	чел.	2	3,2%
- МОП и охрана	чел.	1	1,3%

Примечание: Расчет среднего количества работающих (основных и механизаторов):

$$72240 : 8 : 21 : 10,0 = 43 \text{ чел.},$$

где 72240 чел.час – трудозатраты на выполнение строительно-монтажных работ по проекту-аналогу;

8 – продолжительность рабочего дня при 40-часовой рабочей неделе;

21 – количество рабочих дней в месяце;

10,0 – продолжительность строительства, мес.

В наиболее многочисленную смену занято:

- рабочих – 84,5 % от общего числа (или 35 чел.);

- ИТР, МОП и служащие – 15,5% (или 7 чел.).

Состав бригад по видам работ, квалификацию работников следует принимать в соответствии с требованиями технологических карт на виды работ. Эти вопросы должны быть изложены в составе «Проекта производства работ» (ППР), который разрабатывается подрядчиком

В связи с тем, что подрядная строительная организация не известна (определяется тендером) в сводном сметном расчете учтены затраты на командирование работников. Данные затраты могут быть откорректированы в зависимости от места дислокации генподрядной строительной организации.

### **5.7 Обоснование потребности строительства в основных строительных машинах, механизмах, транспортных средствах**

Ведомость потребности в основных строительных машинах, механизмах и транспортных средствах приведена в таблице 5.7.

Таблица 5.7 - Ведомость потребности в строительных машинах и транспорте

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование машин</b>	<b>Марка машин</b>	<b>Количество</b>
1.	Экскаватор	ЭО-5123, «захват», ковш 0,4 м <sup>3</sup>	1
2.	Экскаватор - бульдозер	ЭО-2621, ковш 0,25 м <sup>3</sup>	1
3.	Бульдозер	Т-130	1
4.	Автогрейдер	ГС-14.02	1
5.	Кран автомобильный	Liebherr LTM-1160 (г/п 160т)	1
6.	Мини – кран г/п 1т		1
7.	Бурильно- крановая машина	БКМ-515	1

8.	Сваебойная установка (Копер навесной)	На базе Урал-4230	1
9.	Гидравлический подъемник на автомобильном ходу	АГП-12	1
10.	Вышка телескопическая	ТВ-26	1
11.	Домкрат гидравлический	ДГ-25	4
12.	Автобетономеситель	АБС-4 (объем готовой смеси 4 м <sup>3</sup> )	1
13.	Компрессор передвижной		1
14.	Передвижной компрессор с пневматической трамбовкой	ПСКД-3,5 (производительность 5м <sup>3</sup> /мин)	1
15.	Сварочный выпрямитель	ВД-413	3
16.	Сварочный пост для газосварки	ПГУ – 5П	3
17.	Автомобиль бортовой	КАМАЗ-43118, г/п 10 т	1
18.	Автомобиль бортовой	КАМАЗ-5320, г/п 8т	1
19.	Автомобиль - самосвал	КАМАЗ-45142, г/п 14 т	1
20.	Трал низкорамный	п/п 946632, г/п 43 т	1
21.	Погрузчик	ПУМ-500	1

При выполнении работ возможно использование механизмов других марок, имеющих аналогичные технические характеристики.

## **5.8 Обоснование потребности строительства в топливе и горюче-смазочных материалах**

Потребность строительства в топливе определяется в соответствии с техническими характеристиками машин, механизмов и транспортных средств и МДС 12-38.2007 «Нормирование расхода топлива для строительных машин»

Норма расхода масел и смазок на 100 л топлива установлены в соответствии с Методическими рекомендациями «Нормы расхода топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» составляют:

- моторные масла – 3,2 л;
- трансмиссионные масла – 0,4 л;
- специальные масла – 0,1 л;
- пластичные (консистентные) смазки – 0,3 кг.



Заправки колесной строительной техники необходимо производить на местных АЗС и автохозяйствах по месту базирования.

## 5.9 Потребность в электроэнергии

Потребность в электроэнергии, кВА, определяется на период выполнения максимального объема строительного-монтажных работ по формуле [1, п. 4.14.3]:

$$P = L_x \left( \frac{K_1 P_M}{\cos E_1} + K_2 P_{o.v.} + K_3 P_{o.n.} + K_4 P_{cв} \right),$$

где  $L_x = 1,05$  - коэффициент потери мощности в сети;

$P_M$  - сумма номинальных мощностей работающих электромоторов (трамбовки, вибраторы и т.д.);

$P_{o.v.}$  - суммарная мощность внутренних осветительных приборов, устройств для электрического обогрева (помещения для рабочих, здания складского назначения);

$P_{o.n.}$  - то же, для наружного освещения объектов и территории;

$P_{cв}$  - то же, для сварочных трансформаторов;

$\cos E_1 = 0,7$  - коэффициент потери мощности для силовых потребителей электромоторов;

$K_1 = 0,5$  - коэффициент одновременности работы электромоторов;

$K_2 = 0,8$  - то же, для внутреннего освещения;

$K_3 = 0,9$  - то же, для наружного освещения;

$K_4 = 0,6$  - то же, для сварочных трансформаторов.

В таблице 5.3 представлена мощность потребителей.

Таблица 5.3 – Мощность потребителей

Наименование ресурсов	Ед. изм.	Кол-во
Сварочный выпрямитель	кВт	32
Наружное освещение	кВт	1
Освещение и отопление бытовых вагонов	кВт	5
Мощность остальных потребителей электроэнергии	кВт	10
в т.ч.:	кВт	
- электрокалорифер	кВт	5
- лебедки электрические, агрегат окрасочный, перфораторы, дрели, прочий ручной инструмент	кВт	5

Таким образом, потребность в электроэнергии составляет:

$$P = 1,05 \left( \frac{0,5 \cdot 10}{0,7} + 0,8 \cdot 5 + 0,9 \cdot 1 + 0,6 \cdot 32 \right) = 32,8 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

Потребность в электроэнергии обеспечивается от существующей сети СН.

### 5.10 Потребность в воде

Потребность  $Q_{\text{тр}}$  в воде определяется суммой расхода воды на производственные  $Q_{\text{пр}}$  и хозяйственно-бытовые  $Q_{\text{хоз}}$  нужды определяется по формуле [1, п. 4.14.3]:

$$Q_{\text{тр}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз}}$$

*Расход воды на производственные потребности, л/с:*

$$Q_{\text{пр}} = K_{\text{н}} \frac{q_{\text{п}} \Pi_{\text{п}} K_{\text{ч}}}{3600t},$$

где  $q_{\text{п}} = 500$  л - расход воды на производственного потребителя (поливка бетона, заправка и мытье машин и т.д.);

$\Pi_{\text{п}}$  - число производственных потребителей в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 1,5$  - коэффициент часовой неравномерности водопотребления;

$t = 8$  ч - число часов в смене;

$K_{\text{н}} = 1,2$  - коэффициент на неучтенный расход воды.

Таким образом, расход воды на производственные нужды равен:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \cdot 500 \cdot 1 \cdot 1,5}{3600 \cdot 8} = 0,03 \text{ л/с.}$$

*Расходы воды на хозяйственно-бытовые потребности, л/с:*

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{q_{\text{x}} \Pi_{\text{р}} K_{\text{ч}}}{3600 t} + \frac{q_{\text{д}} \Pi_{\text{д}}}{60 t_1},$$

где  $q_{\text{x}}$  - 15 л - удельный расход воды на хозяйственно-питьевые потребности работающего;

$\Pi_{\text{р}}$  - численность работающих в наиболее загруженную смену;

$K_{\text{ч}} = 2$  - коэффициент часовой неравномерности потребления воды;

$q_{\text{д}} = 30$  л - расход воды на прием душа одним работающим;

$\Pi_{\text{д}}$  - численность пользующихся душем (до 80 %  $\Pi_{\text{р}}$ );

$t_1 = 45$  мин - продолжительность использования душевой установки;

$t = 8$  ч - число часов в смене.

Таким образом, расход воды на хозяйственно-бытовые нужды:

$$Q_{\text{хоз}} = \frac{15 \cdot 35 \cdot 2}{3600 \cdot 8} + \frac{30 \cdot 0,8 \cdot 35}{60 \cdot 45} = 0,35 \text{ л/с.}$$

Таким образом, потребность в воде составляет:

$$Q = 0,03 + 0,35 = 0,38 \text{ л/с.}$$

Расход воды для пожаротушения на период строительства  $Q_{\text{пож}} = 5 \text{ л/с.}$

Пожаротушение предусматривается пожарной службой.

### 5.11 Потребность в сжатом воздухе

Потребность в сжатом воздухе,  $\text{м}^3/\text{мин}$ , определяется по формуле:

$$Q_{\text{сж}} = 1,4 \sum q \cdot K_o,$$

где  $\sum q$  - общая потребность в воздухе пневмоинструмента;

$K_o$  - коэффициент при одновременном присоединении пневмоинструмента - 0,9.

$$q = 0,8 \text{ м}^3/\text{мин. (трамбовка пневматическая).}$$

Таким образом, потребность в сжатом воздухе составляет:

$$Q_{\text{сж}} = 1,4 \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 1,0 \text{ м}^3 / \text{мин.}$$

Предусматривается установка границ строительной площадки, которая обеспечивает максимальную сохранность за территорией строительства деревьев, кустарников, травяного покрова.

Исключается беспорядочное и неорганизованное движение строительной техники и автотранспорта. Временные автомобильные дороги и другие подъездные пути устраиваются с учетом требований по предотвращению повреждений древесно-кустарной растительности.

Бетонная смесь и строительные растворы хранятся в специальных ёмкостях. Организуются места, на которых устанавливаются ёмкости для мусора.

## 5.12 Обоснование потребности строительства во временных зданиях и сооружениях

На период строительства для производства строительного-монтажных работ и обслуживания работников строительства предусматривается приспособление существующих и организация производственных, складских и вспомогательных зданий и сооружений.

Потребность во временных зданиях и сооружениях производственного назначения определяется исходя из условия, что все работы по капитальному ремонту строительных машин и механизмов выполняются на предприятиях существующей производственной базы генподрядной и субподрядных организаций; мелкий ремонт производится на месте средствами передвижной техпомощи.

В связи с тем, что работы предусматривается производить силами строительных организаций, работники которых, на время выполнения работ, проживают в черте населенного пункта (г. Рубцовск) и обеспечены необходимым санитарно-бытовым обслуживанием, набор временных зданий сокращен до минимума.

Потребность во временных инвентарных зданиях, определена в соответствии с [1, п. 4.14.4]. Результаты расчета приведены в таблице 5.11.

Таблица 5.11 – Результаты расчета потребности во временных зданиях

Назначение инвентарного здания	Требуемая площадь, м <sup>2</sup>	Полезная площадь инвентарного здания, м <sup>2</sup>	Число инвентарных зданий
1	2	3	4
Бытовая рабочих	45	21,6	3
- гардеробная	27,8		
- сушилка	7,3		
- умывальная	7,3		
- помещение для обогрева рабочих	3,7		
Душевая	16,0	14,7	2
Туалет	3,33	1,6	2
Инвентарные здания административного назначения			
Контора	28	25,2	1

### 5.13 Потребность в складе

Таблица 5.12 – Результаты расчета потребности в складе

Наименование материалов и конструкций	Ед. изм	Сут. расх	Запас материалов		Норма складирования на 1 м <sup>2</sup>	Общая площадь склада, м <sup>2</sup>	Принятые меры склада, мхм	Тип склада
			в днях	в физич. единиц.				
Изоляционные материалы, электроустановочные провода, инструмент, гвозди, метизы, скобяные изделия	тыс. руб. СМР	17,2	12	206,8	34,48	24,4	8,5x3,1	Открытый

Завоз прочих строительных материалов и конструкций производить непосредственно перед их использованием. Монтаж крупногабаритных конструкций производить методом «с колёс». Для промежуточного складирования материалов использовать открытые площадки.

Часть проектируемого оборудования необходимо предварительно комплектовать после извлечения из упаковки в соответствии с инструкцией по эксплуатации и монтажу на соответствующее оборудование. Данные работы производятся в непосредственной близости с местом монтажа.

### 5.14 Мероприятия по охране окружающей среды в период строительства

Для обеспечения сохранения окружающей среды в период строительства ПС приняты следующие мероприятия и проектные решения:

- для проезда строительной техники, доставки грузов на объект используются местные существующие автодороги;
- заправка машин и механизмов топливом производится на действующих заправочных станциях или от топливозаправщиков с применением «пистолета», что исключает попадание топлива на землю;
- технология выполнения строительно-монтажных работ не

требует одновременной работы большого количества строительных механизмов и транспортных средств. Суммарный выброс вредных веществ в атмосферу незначителен и не требует специальных мероприятий для снижения концентрации вредных примесей в воздухе в районе строительства;

- соблюдение санитарных норм при организации и расположении мест ремонта и стоянки строительных машин и механизмов;

- регулярная проверка исправности строительных машин и механизмов перед началом работ и их эксплуатация в строгом соответствии с техническими инструкциями;

- во избежание загрязнения почвы предусматривается хранение производственных и твердых бытовых отходов в металлических контейнерах с крышками на специально оборудованной площадке с бетонным покрытием, конструкции контейнеров и бункеров должны исключать возможность загрязнения грунтов и поверхностных вод;

- в ходе проведения строительно-монтажных и специальных работ осуществляется выполнение мероприятий и требований организационно-технологической документации, эксплуатационной документации на строительные машины, механизмы и инструмент, технических условий и ГОСТов на строительные материалы и изделия по вопросам экологической безопасности, санитарно-гигиенических норм;

- в засушливый период, с целью предотвращения выделения пыли при выгрузке сыпучих материалов, предусмотреть увлажнение выгружаемых материалов распылением воды;

- проводить геоэкологический мониторинг, включающий системы наблюдений за изменением состояния окружающей геологической среды и ее загрязнения, состав и объем мониторинга должны назначаться с учетом инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и обеспечить получение необходимой информации для характеристики загрязнения грунтов и подземных вод, а также аномальных локальных природных и техноген-

ных полей и экологических и инженерно-геологических процессов.

Воздействие на атмосферный воздух в процессе строительства будет носить кратковременный характер, источник загрязнения - строительная техника.

Использование поверхностных и подземных вод для нужд строительства не предусматривается. Потребность в воде на хозяйственные нужды для расширяемого объекта обеспечивается привозной водой. Принятые проектные решения и методы производства работ исключают сброс вредных или токсичных веществ в местные водоемы.

После завершения строительства, вся территория, отведенная в постоянное и временное пользование, очищается от строительного мусора и приводится в состояние пригодное для дальнейшего использования, т.е. выполняется рекультивация земель. Строительный мусор подлежит утилизации путем вывоза на полигон ТБО.

### **5.15 Описание проектных решений по охране объектов в период строительства**

Для выполнения решений по охране объекта в период строительства перед началом строительно-монтажных работ предусматривается устройство ограждения забором высотой  $H = 2,5$  м. Вдоль забора для круглосуточного охранного освещения предусматривается установка сетей электроосвещения. Предусматриваются запирающиеся ворота и контрольно-пропускной пункт с охраной; дежурство круглосуточно. Ограждение предусмотрено для исключения случайного прохода людей (животных), въезда транспорта и затруднения проникновения нарушителей на охраняемую территорию, минуя контрольно-пропускной пункт. Ограждение выполнено в виде прямолинейных участков, с минимальным количеством изгибов и поворотов, ограничивающих наблюдение и затрудняющих применение технических средств охраны. Ограждение не должно иметь лазов, проломов и других повреждений, а также незапираемых ворот и калиток.



## 6 Экономика строительства

### 6.1 Определение прогнозной стоимости строительства электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край)

Расчет прогнозной стоимости строительства объекта осуществляется с применением коэффициентов, учитывающих регионально-экономические, регионально-климатические, инженерно-геологические и другие условия осуществления строительства по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-750 кВ», утвержденный приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 09 июля 2012 г. № 385 (в редакции приказа ОАО «ФСК ЕЭС» от 21 октября 2014 г. № 477) (сборник включен в Федеральный реестр сметных нормативов, подлежащих применению при определении сметной стоимости объектов капитального строительства, строительство которых финансируется с привлечением средств федерального бюджета (по состоянию на 05.06.2019 г.).

Согласно методики расчета стоимости строительства объектов электросетевого хозяйства по субъектам Российской Федерации, определение стоимости планируемого к строительству объекта в региональном разрезе рекомендуется осуществлять с применением коэффициентов, учитывающих регионально-экономические, регионально-климатические, инженерно-геологические и другие условия осуществления строительства по формуле:

$$C_{ПП} = \left[ \left( \sum_{i=1}^N C_i \times M \times K_C \times K_{mp} \times K_{peз} \right) + 3p \right] \times K_{ПП} + НДС, \quad (6.1)$$

Где:

$C_i$  – используемый укрупненный показатель - для базового района;

$N$  – общее количество используемых показателей по конкретному объекту;

$M$  – мощность планируемого к строительству объекта (общая площадь, количество мест, протяженность и т.д.);

$K_c$  – коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах Российской Федерации;

$K_{тр}$  – коэффициент перехода от базовых цен ФЕР 2001 года к ценам текущего периода (на момент составления расчета) по субъектам Российской Федерации, ежегодно публикуемый Министерством регионального развития Российской Федерации;

$K_{рег}$  – коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства (отличия в конструктивных решениях) в регионах Российской Федерации по отношению к базовому району;

$Z_p$  – дополнительные затраты, учитываемые по отдельному расчету (плата за землю, земельный налог, компенсационные выплаты) в порядке, предусмотренном Методикой определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации МДС 81-35.2004 утвержденной постановлением Государственного комитета Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу от 5 марта 2004 г. № 15/1 (по заключению Министерства юстиции Российской Федерации в государственной регистрации не нуждается, письмо от 10 марта 2004 г. № 07/2699-ЮД). Данные затраты могут определяться также на основании данных объектов-аналогов;

НДС – налог на добавленную стоимость.

$K_{ПР}$  – прогнозный индекс-дефлятор, значение которого определяется по формуле:

$$K_{ПР} = (Ин.стр. / 100 \times (100 + \frac{Инл.л. - 100}{2})) / 100, \quad (6.2)$$

где:

$I_{н.стр.}$  – индекс-дефлятор, публикуемый в прогнозах Министерства экономического развития Российской Федерации, на период с даты составления расчета до планируемой даты начала строительства, в процентах;

$I_{пл.п.}$  – индекс-дефлятор, публикуемый в прогнозах Министерства экономического развития Российской Федерации на планируемую продолжительность строительства объекта, рассчитываемого по УСП, в процентах.

Прогнозная стоимость строительства электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край) рассчитана с учетом методики и рекомендаций сборника «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-750 кВ», утвержденный приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 09 июля 2012 г. № 385 (в редакции приказа ОАО «ФСК ЕЭС» от 21 октября 2014 г. № 477).

$C_i = 122\,388,00$  тыс. руб. Укрупненный показатель стоимости открытой ПС принят согласно таблице 10 сборника в зависимости от схемы подстанции, количества и мощности силовых трансформаторов. «Северная» - электрическая подстанция напряжением 110 кВ с количеством силовых трансформаторов 2 шт. мощностью 16 МВА по схеме 110-4Н.

Согласно п. 4.6 сборника к показателю УПС добавляется стоимость постоянного отвода земли, которая принимается с учетом площади земельного участка под ПС. Согласно генплану площадь подстанции 4608 м<sup>2</sup>. Стоимость 1 м<sup>2</sup> по данным публичной кадастровой карты принимаем 342руб. Стоимость площади земельного отвода всей подстанции 1 575,00 тыс. руб.

Общая УПС:  $122\,388,00 + 1\,575,00 = 123\,963,00$  тыс. руб.

$K_c = 1,04$ . Коэффициент, характеризующий удорожание стоимости строительства в сейсмических районах принят согласно Приложению 3 сборника. Район строительства 8 баллов.

$K_{тр} = 7,19$ . Коэффициент перехода от базовых цен к ценам текущего периода по субъектам Российской Федерации. Принят согласно Письма №7521-ДВ/09 от 05.03.2019 Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ для I квартала 2019г.

$K_{рег} = 1,09$ . Коэффициент, учитывающий регионально-климатические условия осуществления строительства (отличия в конструктивных решениях) в регионах Российской Федерации по отношению к базовому району применяем по приложению №2 сборника.

$Z_p = 28\,636,00$  тыс руб. Для получения полной стоимости ПС согласно п. 4.6 сборника к сумме стоимостных показателей ее основных элементов, добавляют дополнительные затраты, сопутствующие строительству, которые исчисляются процентами от этой суммы и составляют:

1% - временные здания и сооружения. 1 240,00 тыс руб.

8,5% - прочие работы и затраты. 10 537,00 тыс. руб.

2,6% - содержание службы заказчика-застройщика, строительный контроль. 3 223,00 тыс. руб.

8% - проектно-изыскательские работы и авторский надзор. 9 917,00 тыс. руб.

3% - непредвиденные затраты. 3 719,00 тыс. руб.

Расчет прогнозного индекса-дефлятора не требуется, так как строительство уже завершено и коэффициент перехода от базовых цен к ценам текущего периода принят по первому кварталу 2019года.

Расчет прогнозной стоимости на основании сборника «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-750 кВ», утвержденный приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 09 июля 2012 г. № 385 (в редакции приказа ОАО «ФСК ЕЭС» от 21 октября 2014 г. № 477):

$$C_{\text{ПР}} = [(123\,963,00 \times 1,04 \times 7,19 \times 1,09) + 1240,00 + 10\,537,00 + 3\,223,00 + 9\,917,00 + 3\,719,00] + 20\% = 1\,246\,808,21 \text{ тыс. руб.}$$

Таблица 6.1 – Прогнозная стоимость строительства электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край)

№ п / п	Наименование объекта строительства	Обоснование	Ед. изм.	Кол.	Цена за единицу, тыс. руб	Стоимость в текущем уровне, тыс. руб.
1	2	3	4	5	6	7
1	Электрическая подстанция напряжением 110 кВ с количеством силовых трансформаторов 2 шт. мощностью 16 МВА по схеме 110-4Н					
	Укрупненный показатель стоимости объекта	Таблица 10 сборника				122 388,00
	Показатель стоимости отвода земли	Раздел 4.6 сборника				1 575,00
	Коэффициент на сейсмичность	Приложение 3 сборника			1,04	
	<b>Стоимость строительства с учетом сейсмичности</b>					128 921,52
2	Поправочные коэффициенты					
	Отраслевой индекс перехода от базовых цен ФЕР 2001 года к ценам текущего периода (на момент составления расчета) по субъектам РФ	Приложение 1 к приказу Минстроя РФ от 22.01.2019г. № 1408-ЛС/09			7,19	
	Регионально-климатический коэффициент	Приложение 2 сборника			1,09	
	<b>Стоимость строительства с</b>					1 010 370,84

	<b>учетом территориальных и регионально-климатических условий</b>					
3	Дополнительные затраты	Раздел 4.6 сборника				
	1% - временные здания и сооружения					1 240,00
	8,5% - прочие работы и затраты					10 537,00
	2,6% - содержание службы заказчика-застройщика, строительный контроль					3 223,00
	8% - проектно-изыскательские работы и авторский надзор					9 917,00
	3% - непредвиденные затраты					3 719,00
	<b>Стоимость строительства с учетом дополнительных затрат</b>					1 039 006,84
	НДС	Налоговый кодекс Российской Федерации	%	20		207 801,37
	<b>Всего с НДС</b>					1 246 808,21

## **6.2 Составление и анализ локального сметного расчета на отдельный вид общестроительных работ**

Локальный сметный расчет на устройство свайного поля составлен по форме 4 МДС 81-35.2004 [9] на основе полученных данных ведомости подсчета объемов работ по объекту проектирования и сметных нормативов ТЕР и представлен в Приложении Ж.

Сметная стоимость работ по объекту «Электрическая подстанция напряжением 110 кВ «Северная» в г. Рубцовске (Алтайский край)» определена базисно-индексным методом на основании МДС 81.35-2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации».

Район строительства: Алтайский край, г. Рубцовск (IV зона строительства).

Для определения сметной стоимости были использованы сметно-нормативная база ТЕР05-01-002-06 (Территориальные единичные расценки).

Для перевода базисных цен в текущий уровень цен на 1 квартал 2019 г. был использован индекс изменения сметной стоимости СМР в соответствии с письмом Минстроя России №7581-ДВ/09 от 05.03.2019 г., Приложение 1, Алтайский край, прочие объекты: = 7,56.

Накладные расходы определены в соответствии с МДС 81-33-2004 (Методические указания по определению величины накладных расходов) в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по видам строительно-монтажных работ. В соответствии с таблицей приложения 4 свайные работы – 130% (пункт 5.1).

Сметная прибыль определена в соответствии с МДС 81-25-2001 (Методические указания по определению величины сметной прибыли) в процентах от фонда оплаты труда рабочих-строителей и механизаторов по видам строительно-монтажных работ. В соответствии с таблицей приложения 4 свайные работы – 80% (пункт 5.1).

В смете дополнительно учтены:

- затраты на строительство и разборку временных зданий и сооружений – 3,9% (таблица приложения 1 п. 2.7 ГСН 81-05-01-2001);

- дополнительные затраты на производство строительно-монтажных работ в зимнее время – 3,2% (табл.4 п.2.4 ГСН 81-05-02-2007) и коэффициент – 1,1 (таблица Приложения 1 п.22 ГСН 81-05-02-2007);

- резерв средств на непредвиденные расходы и затраты в соответствии с п. 4.96 МДС 81-35-2004 в размере 3%.

Сумма средств по уплате налога на добавленную стоимость в размере 20% в соответствии с НК РФ.

Проведем анализ структуры сметной стоимости общестроительных работ по разделам локальной сметного расчёта и по составным элементам.

В таблице представлена структура локального сметного расчета на устройство свайного поля электрической подстанции по составным элементам.

Таблица 6.2 – Структура локального сметного расчета на устройство свайного поля по составным элементам

Элементы	Сумма, руб.	Удельный вес, %
1	2	3
Прямые затраты, всего:	4 152 519,00	71,90
в том числе:		
материалы	3 426 267,60	59,33
эксплуатация машин	672 537,60	11,65
основная заработная плата	53 713,80	0,93
Накладные расходы	118 699,56	2,06
Сметная прибыль	73 044,72	1,26
Лимитированные затраты	468 485,00	8,11
НДС	962 549,60	16,67
Итого	5 775 297,60	100,00



На рисунке 6.1 представлена структура локального сметного расчета на устройство свайного поля по составным элементам.

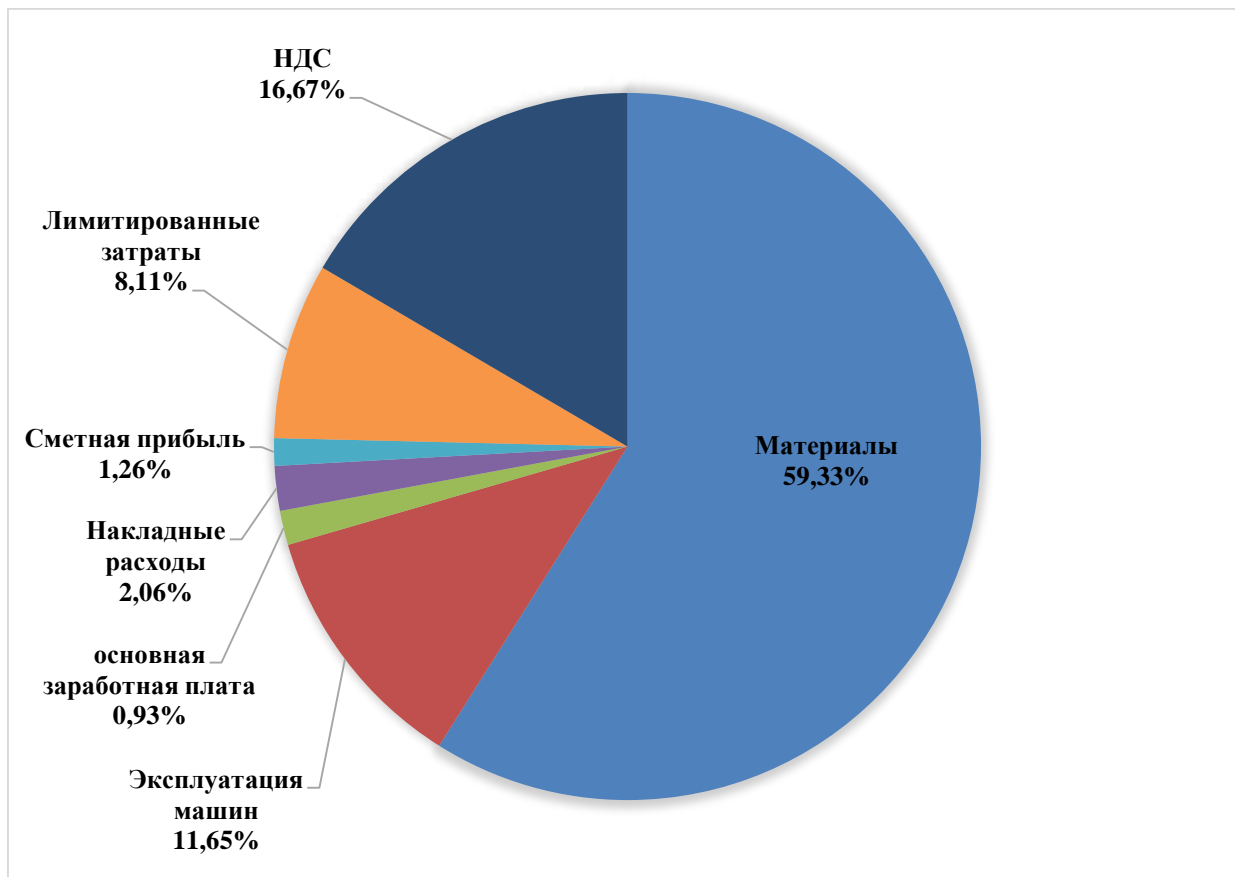


Рисунок 6.1 – Структура локального сметного расчета на устройство свайного поля по составным элементам

Таким образом, наибольший удельный вес приходится на материалы – 59,33%, а наименьший вес - на основную заработную плату 0,93%.

### 6.3 Расчет технико-экономических показателей

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и составляют основу каждого проекта. Технико-экономические показатели служат основанием для решения вопроса о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах и утверждения проектной документации для строительства.

Основные технико-экономические показатели проекта по строительству электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная» приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Технико-экономические показатели проекта электрической подстанции

Наименование показателей	Единицы измерения	Значение
1	2	3
1 Объемно-планировочные показатели:		
Площадь застройки	м <sup>2</sup>	4608
Этажность	эт.	-
Материал стен		-
Высота этажа	м	-
Строительный объем	м <sup>3</sup>	9216
Общая площадь	м <sup>2</sup>	4608
2 Стоимостные показатели		
Прогнозная стоимость строительства объекта (УНЦС), всего	тыс. руб.	1 145 630,60
Прогнозная стоимость 1 м <sup>2</sup> площади	руб.	248,62
Прогнозная стоимость 1 м <sup>3</sup> строительного объема	руб.	124,31
Сметная стоимость свайных работ общая	руб.	5 775 297,60
Сметная стоимость свайных работ на 1 м <sup>2</sup>	руб.	1 253,32
Сметная стоимость свайных работ на 1 сваю	руб.	38 501,98
Сметная себестоимость	руб.	4 271 218,56
3 Прочие показатели проекта		
Трудоемкость	Чел.час	6 790,62
Продолжительность строительства	мес.	10

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были разработаны основные проектные решения, необходимые для строительства электрической подстанции напряжением 110 кВ «Северная», расположенной в г. Рубцовске (Алтайский край).

Архитектурно-конструктивные решения здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ следующие:

- габаритные размеры в плане 6,75х42,75м;
- общая высота составляет 3,1 м;
- здание блочно-модульное одноэтажное;

Блочно-модульные быстровозводимые здания состоят из блок-модулей или блокконтейнеров высокой заводской готовности. Блоки стыкуются между собой, в пределах блок-модулей устанавливается электрооборудование и монтируется аппаратура собственных нужд, а также выполняются все кабельные соединения. Конструкция блочно-модульных быстровозводимых зданий имеет основание, высокопрочный каркас и кровлю. Основание (рама) представляет собой замкнутый контур по периметру модуля.

В рамках проекта ВКР разработан фундамент и рассчитана металлическая балка обвязки фундамента для установки блочно-модульного здания.

Был произведен расчет металлоконструкции, на которую устанавливается электротехническое оборудование ОРУ. Для расчёта были собраны нагрузки и определены внутренние напряжения с помощью программного комплекса Лира. Результатом расчета являлось подтверждение несущей способности металлических элементов заводской металлоконструкции, а также получение опорных реакций, то есть нагрузок на фундамент при расчетных сочетаниях усилий.

Был произведен расчет закладной детали железобетонного ростверка для установки и закрепления ребер-упоров силового трансформатора.

Исходя из инженерно-геологических условий объекта был принят свайный фундамент из забивных свай сечением 300х300мм, длиной 12м, и проведено технико-экономическое сравнение свайного фундамента из забивных и буронабивных свай. Учитывая гидрологические особенности грунтов площадки строительства, применение буронабивных свай оказалось экономически невыгодным из-за более высокой стоимости производства земляных работ.

В разделе ВКР «Технология и организация строительства» были разработаны технологическая карта и строительный генеральный план.

Технологическая карта разработана на устройство свайного поля электрической подстанции кладки. Продолжительность работ по техкарте – 32 дня, трудоемкость выполнения работ – 6 чел. час/м<sup>3</sup>.

Стройгенплан разработан на основной период строительства. Особенностью организации строительства на электрической подстанции является применение двух кранов на строительной площадке. Один кран, грузоподъемностью 160т предназначен для установки силового трансформатора на фундамент и подобран исходя из веса трансформатора 40 т. А также данный кран используется для монтажа блоков модульного здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ, так как требуется большой вылет стрелы при минимальном весе блока 8,5т. Для монтажа остального оборудования используется кран, грузоподъемностью 40т, который применяется также при устройстве свайного поля для разгрузки свай.

В разделе ВКР «Экономика строительства» была разработана следующая сметная документация:

- локальный сметный расчет на устройство свайного поля в ценах 2001 г., с переходом в цены 1 квартал 2019 г.;

- сметная стоимость строительства электрической подстанции по укрупненным нормативам.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 СТО 4.2-07-2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности. – Взамен СТО 4.2-07-2012; Введ. 30.12.2013. – Красноярск: ИПК СФУ, 2014. – 60с.

### **Состав проектной и рабочей документации по строительству и требованиям к оформлению**

2 Положение о составе разделов проектной документации и требования к их содержанию (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008г. №87).

3 ГОСТ Р 21.1101 – 2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ Р 21.1101 – 2009 ; введ. 11.06.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 55с.

4 ГОСТ 21.501 – 2011 Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501 – 93 ; введ. 1.05.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 45с.

5 ГОСТ 21.201 – 2011 Система проектной документации для строительства (СПДС). Условные графические изображения элементов зданий, сооружений и конструкций. – Взамен ГОСТ 21.501-93 ; введ. 01.05.2013. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 23с.

### **Архитектурно-строительный раздел**

6 ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия (с Поправкой). – Введ. 01.01.2001. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 54с.

7 ГОСТ 23747-88 Двери из алюминиевых сплавов. Общие технические условия. – Введ. 01.01.1989. – М.: Стандартинформ, 2006. – 9с.

8 ГОСТ 6629-88 Двери деревянные внутренние для жилых и общественных зданий. Типы и конструкция. – Взамен ГОСТ 6629-74 ; Введ. 01.01.1989. – М.: Госстандарт, 1989. – 12с.

9 ГОСТ 30970-2014 Блоки дверные из поливинилхлоридных профилей. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015. – 35с.

10 ГОСТ 22233-2001 Профили прессованные из алюминиевых сплавов для светопрозрачных ограждающих конструкций. Технические условия. – Введ. 01.07.2002. – М.: Стандартинформ, 2004. – 31с.

11 ГОСТ 30674-99 Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей. Технические условия. – Введ. 01.01.2001. - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 2000. – 33с.

12 ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 31с.

13 СП 44.13330.2011 Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04 – 87. – Взамен СП 44.13330.2010 ; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 26с.

14 СП 29.13330.2011 Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО «ЦПП», 2011. – 68с.

15 СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями N 1, 2). – Введ. 01.01.2013. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 99с.

16 СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*. – Введ. 8.05.2017. – М.: ООО «Аналитик», 2016 – 135с.

17 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99\*. – Введ. 1.01.2013. – М.: ООО «Аналитик», 2012. – 99с.

18 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 1.07.2013. – М.: ООО «Аналитик», 2012 – 100с.

19 СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76. – Введ. 01.12.2017. – М.: Стандартинформ, 2017. – 51с.

### **Расчетно-конструктивный раздел Бетонные, железобетонные и каменные конструкции**

20 СТО 56947007-29.240.10.248-2017 «Нормы технологического проектирования подстанции переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ».

21 ГОСТ 5781-82 Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5). – Взамен ГОСТ 5.1459-72, ГОСТ 5781-75; введ. 01.07.1983. – М.: Стандартинформ, 2006. – 10с.

22 СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* "Строительство в сейсмических районах" (СП 14.13330.2011)) (с Изменением N 1). – Введ. 01.06.2014. – М.: ООО «Аналитик», 2014. – 131с.

23 СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – Взамен СП 20.13330.2016; введ. 04.06.2016. – М.: Стандартинформ, 2017. – 104с.

24 ПУЭ Правила устройства электроустановок.

25 СП 52-101-2003 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – Введ. 01.03.2004. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 59с.

26 СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. – Введ. 01.01.2013. – М.: Минрегион России, 2012. – 152с.

27 Пособие к СНиП 2.03.01-84 Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры. – М: Центральный институт типового проектирования. – 195с.

### **Металлические конструкции**

28 ГОСТ 8240-97. Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент (с Изменением N 1). – Взамен ГОСТ 8240-90; введ. 01.01.2002. – М: Стандартинформ, 2008. – 9с.

29 СП 16.13330.2017 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*. – Введ. 28.08.2017. – М.: ОАО ЦПП, 2017. – 148с.

### **Основания и фундаменты**

30 СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Взамен СП 24.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 86с.

31 СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. - Взамен СП 22.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 162с.

32 СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий сооружений /Госстрой России. - М: ГУП ЦПП, 2005. - 130 с.

33 Козаков, Ю.Н. Проектирование фундаментов неглубокого заложения: метод.указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.Н.Козаков, Г.Ф.Шишканов. — Красноярск: КрасГАСА, 2003. - 60с.

34 Козаков, Ю.Н. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: метод.указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.Н.Козаков, Г.Ф.Шишканов.— Красноярск: КрасГАСА, 2003. - 54 с.

35 Козаков, Ю.Н. Свайные фундаменты. Учет региональных условий при проектировании: учеб.пособие /Ю.Н.Козаков.- Красноярск: КрасГАСА, 1996. -62с.

### **Технология строительного производства**

36 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01 – 87. – Введ. 01.01.2013. – М: ОАО ЦПП, 2013. – 280 с.

37 Гребенник, Р.А. Монтаж строительных конструкций, зданий и сооружений: учебное пособие / Р.А. Гребенник, В.Р. Гребенник. - М.: АСВ, 2009. — 312с.

38 Вильман, Ю.А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные прогрессивнее методы: учебное пособие для вузов / Ю.А. Вильман. – Изд. 2-е, перераб. и доп. — М: АСВ, 2008. — 336с.

39 Справочник строителя. Строительная техника, конструкции и технологии / Ф. Хансйорг [и др.]; под ред. А.К. Соловьева — М.: Техносфера, 2008. - 856с.

40 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. – М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9с.

41 Хамзин, С.К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для студентов строит, вузов / С.К. Хамзин, А.К. Карасев. - М.: ООО «Бастет», 2007. -216с.

42 Соколов, Г.К. Технология возведения специальных зданий и сооружений: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.К. Соколов, А.А. Гончаров. – М.: «Академия», 2005. – 352с.

43 Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: учебник для строительных вузов в 2ч. Ч.1 / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лапидус. - М.: Высшая школа, 2005. - 392с.

44 Теличенко, В.И. Технология строительных процессов: учебник для строительных вузов в 2ч. Ч.2/ В.И. Теличенко, О.М. Терентьев. А.А. Лапидус. - М.: Высшая школа, 2005. - 392с.

45 Каталог схем строповок конструкций зданий и сооружений территориальных каталогов ТК-1-1.88 и ТК-1-2 и строительных материалов в контейнерах. - М.: МК ГОСП, 2002. -58с.

46 ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР. - М.: Стройиздат, 1987.

47 Карты трудовых процессов. Комплект / Госстрой СССР - М.: Стройиздат, 1984.

### **Организация строительного производства**

48 СП 48.13330.2011 Организация строительства. Актуализированная редакция. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011.

49 Баронин, С.А. Организация, планирование и управление строительством. учебник / С.А. Баронин, П.Г. Грабовый, С.А. Болотин. – М.: Изд-во «Проспект», 2012. – 528с.

50 Терехова, И.И. Организационно-технологическая документация в строительстве: учебно-методическое пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / И.И. Терехова, Л.Н. Панасенко, Н.Ю. Клиндух. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 40 с.

51 МДС 12 - 46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ.- М.: ЦНИИОМТП, 2009.

52 Болотин, С.А. Организация строительного производства : учеб, пособие для студ. высш. учеб, заведений / С.А.Болотин, А.Н.Вихров. - М.: Издательский центр « Академия», 2007. - 208с.

53 РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.07.2007.



54 Организация, планирование и управление строительным производством: учебник. / Под общ.ред.проф П.Г. Грабового. – Липецк: ООО «Информ», 2006. - 304с.

55 "О саморегулируемых организациях". Федеральный закон от 1 декабря 2007 г. № 315-ФЗ.

56 Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 29.12.2004 г № 190 - ФЗ. - М.: Юрайт- Издат. 2006. - 83 с.

57 СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Общие требования. - Взамен СНиП 12-03-99; введ. 2001-09-01. - М.: Книга - сервис, 2003.

58 СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве: в 2ч. Ч.2. Строительное производство. - Взамен разд. 8-18 СНиП III-4-80.\* введ.2001-09-01. - М.: Книга-сервис, 2003.

59 Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учеб. для строит, вузов / Л.Г.Дикман. - М.: АСВ, 2002. - 512 с.

60 СНиП 1.04.03-85\*. Нормы продолжительности строительства и заделов в строительстве предприятий, зданий и сооружений: в 2ч. - Госстрой России – М.: АПП ЦИТП, 1991.

### **Экономика строительства**

61 Письмо Минстроя России от 5 декабря 2017 г. № 45082-ХМ/09 «О рекомендуемой величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительства в IV квартале 2017 года, в том числе величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, а также величине прогнозных индексов изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ». // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru>.

62 МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 2004-01-12. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

63 МДС 81-25.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 2001-02-28. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

64 МДС 81-02-12-2011 Методические рекомендации по применению государственных сметных нормативов - укрупненных нормативов цены строительства различных видов объектов капитального строительства непроизводственного назначения и инженерной инфраструктуры. – Введ. 2011-10-04. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

65 МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03-09. //

Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

66 НЦС 81-02-02-2017 Административные здания. – Введ. 2017-06-13. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru>.

67 ГСН 81-05-01-2001 Сборник сметных норм затрат на строительство временных зданий и сооружений – Введ. 2001-05-15. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

68 ГСН-2001 (ГСН-81-05-02-2007) Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. – Введ. 2007-03-28. // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

69 Сборники расценок ФЕР-2001 в редакции 2017 года. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru>.

70 Федеральные сборники сметных цен на материалы, изделия и конструкции, применяемые в строительстве ФССЦ-2001 в редакции 2017 года. // Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти. – Режим доступа <http://www.minstroyrf.ru>.

СОГЛАСОВАНО:

УТВЕРЖДАЮ:

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2019 г.

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2019 г.

Строительство электрической подстанции напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рубцовске (Алтайский край)

(наименование стройки)

## ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 02-01-01

(локальная смета)

на свайные работы

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание: Технологическая карта на устройство свайного поля подстанции

Сметная стоимость строительных работ \_\_\_\_\_ 5775,298 тыс. руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ 12,078 тыс. руб.

Сметная трудоемкость \_\_\_\_\_ 898,23 чел.час

Трудозатраты механизаторов \_\_\_\_\_ 429,69 чел.час

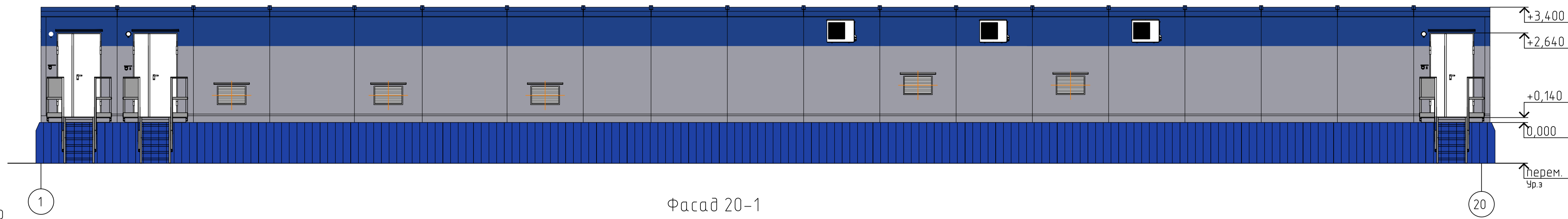
Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на I кв. 2019 г.

№ пп	Обоснование	Наименование	Ед. изм.	Кол.	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.			Т/з осн. раб. на ед.	Т/з осн. раб. Всего	Общая масса обору-			
					Всего	В том числе		Оборудование	Всего	В том числе						
						Осн.З/п	Эк.Маш			З/пМех				Осн.З/п	Эк.Маш	З/пМех
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Раздел 1. Свайные работы</b>																
1	<b>ТЕР05-01-002-06</b> Приказ Минстроя России от 27.02.15 №140/пр	Погружение дизель-молотом копровой установки на базе экскаватора железобетонных свай длиной: до 12 м в грунты группы 2 ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс перевода в текущий уровень цен на I кв. 2019 г. (письмо Минстроя России №7581-ДВ/09 от 05.03.2019 г., Приложение 1, Алтайский край, Прочие объекты) СМР=7,56	1 м3 свай	163,5 150*1,09	539,76	31,48	501,75	24,91		88251	5147	82036	4073	3,98	650,73	
2	<b>ТЕР05-01-010-02</b> Приказ Минстроя России от 27.02.15 №140/пр	Вырубка бетона из арматурного каркаса железобетонных: свай площадью сечения свыше 0,1 м2 ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс перевода в текущий уровень цен на I кв. 2019 г. (письмо Минстроя России №7581-ДВ/09 от 05.03.2019 г., Приложение 1, Алтайский край, Прочие объекты) СМР=7,56	1 свая	150	59,89	13,05	46,16	6		8984	1958	6924	900	1,65	247,5	
Итого прямые затраты по разделу в базисных ценах										97235	7105	88960	4973		898,23	

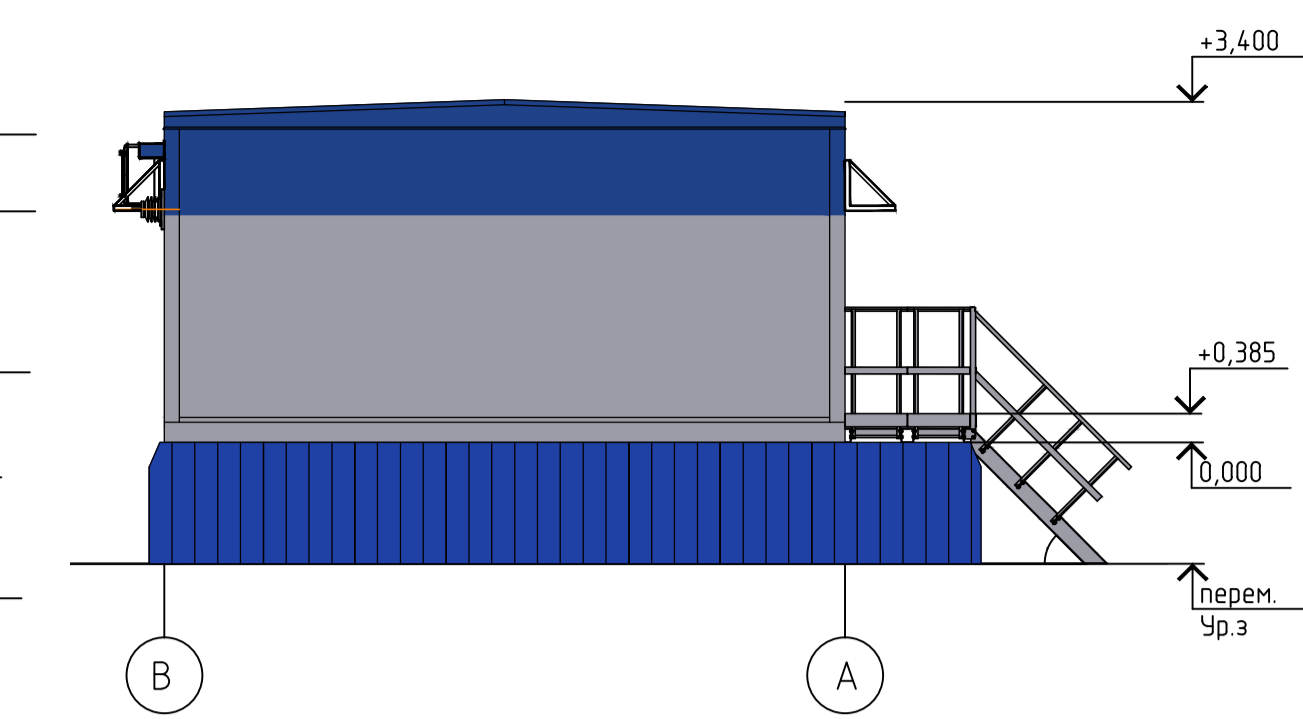
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Накладные расходы										15701						
Сметная прибыль										9662						
<b>Итого по разделу 1 Свайные работы</b>										<b>926841</b>					<b>898,23</b>	
<b>Раздел 2. Материалы</b>																
3	<b>ТССЦ-403-1137</b> Приказ Минстроя России от 27.02.15 №140/пр	Сваи железобетонные С 120.30-13 /бетон В25 (М350), объем 1,09 м3, расход ар-ры 203,70 кг (серия 1.011.1-10 вып. 1) <i>ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно):</i> 1 Индекс перевода в текущий уровень цен на I кв. 2019 г. (письмо Минстроя России №7581-ДВ/09 от 05.03.2019 г., Приложение 1, Алтайский край, Прочие объекты) СМР=7,56	шт.	150	3013,6					452040						
Итого прямые затраты по разделу в базисных ценах										452040						
<b>Итого по разделу 2 Материалы</b>										<b>3417422</b>						
<b>ИТОГИ ПО СМЕТЕ:</b>																
Итого прямые затраты по смете в базисных ценах										549275	7105	88960	4973			898,23
Накладные расходы										15701						
В том числе, справочно:																
130% ФОТ (от 12078) (Поз. 1-2)										15701						
Сметная прибыль										9662						
В том числе, справочно:																
80% ФОТ (от 12078) (Поз. 1-2)										9662						
<b>Итого по смете:</b>																
Свайные работы:																
Итого Поз. 1-2										97235	7105	88960	4973			898,23
Накладные расходы 130% ФОТ (от 12 078)										15701						
Сметная прибыль 80% ФОТ (от 12 078)										9662						
Итого с накладными и см. прибылью										122598						898,23
Материалы для строительных работ:																
Итого Поз. 3										452040						
Итого										574638						898,23
Всего с учетом "Индекс перевода в текущий уровень цен на I кв. 2019 г. (письмо Минстроя России №7581-ДВ/09 от 05.03.2019 г., Приложение 1, Алтайский край, Прочие объекты) СМР=7,56"										4344263						898,23
Справочно, в базисных ценах:																
Материалы										453210						
Машины и механизмы										88960						
ФОТ										12078						
Накладные расходы										15701						
Сметная прибыль										9662						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
		Временные здания и сооружения 3,9% от 4344263								169426						
		<b>Итого</b>								<b>4513689</b>						
		Производство работ в зимнее время 3,52 (3,2*1,1)% от 4513689								158882						
		<b>Итого</b>								<b>4672571</b>						
		Непредвиденные затраты 3% от 4672571								140177						
		<b>Итого с учетом доп. работ и затрат</b>								<b>4812748</b>						
		НДС 20% от 4812748								962549,6						
		<b>ВСЕГО по смете</b>								<b>5775297,6</b>					<b>898,23</b>	

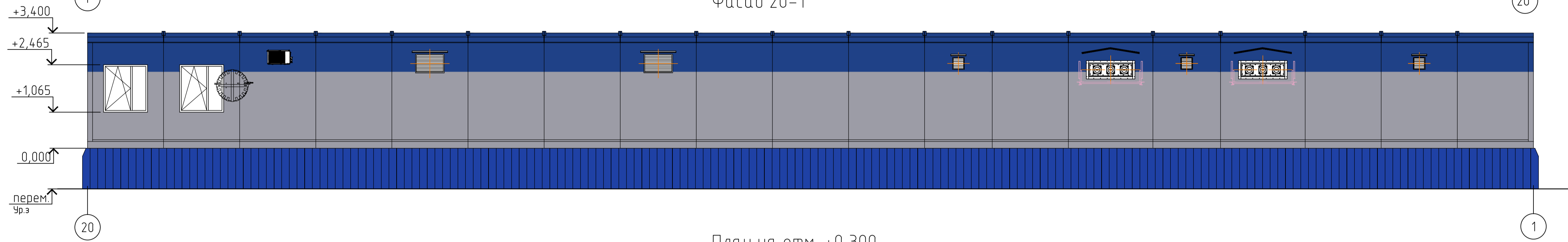
Фасад 1-20



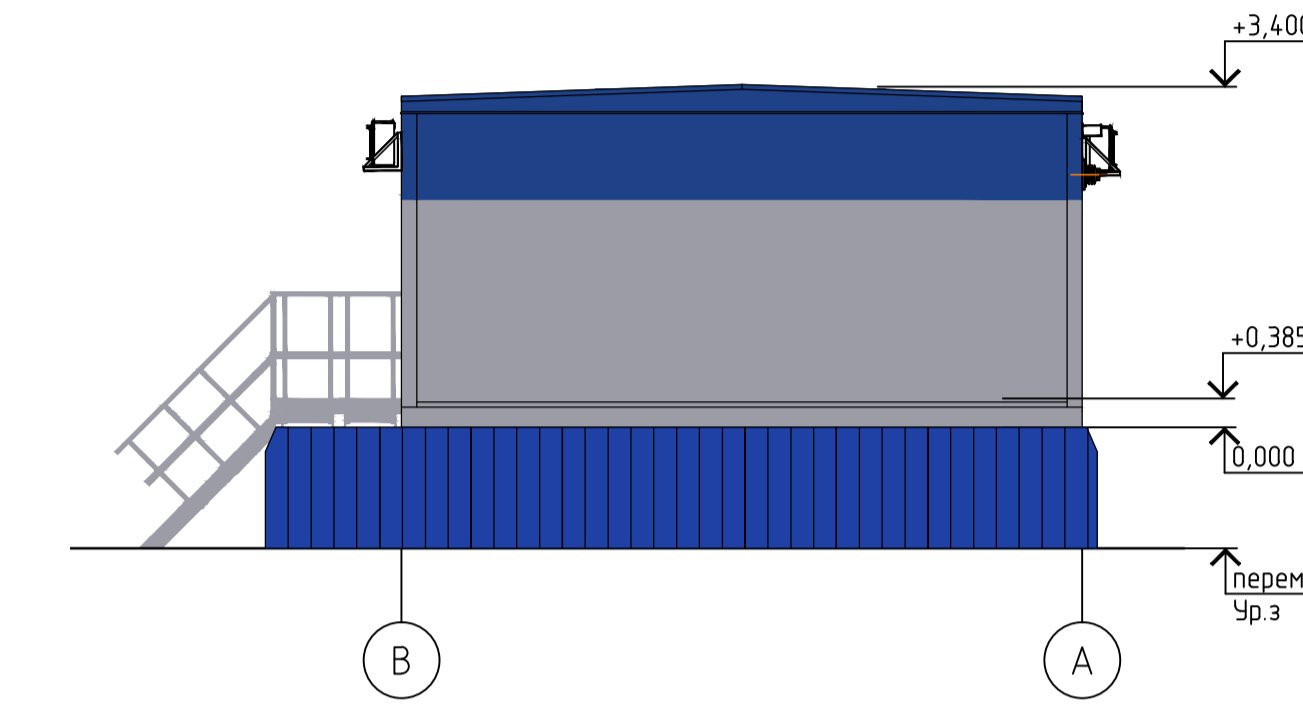
Фасад В-А



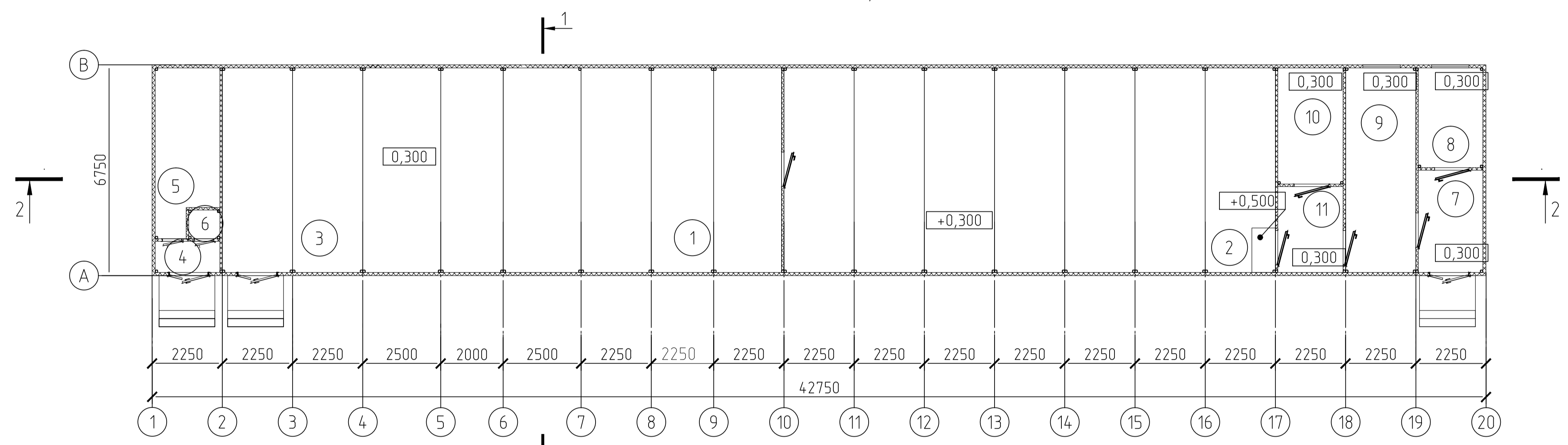
Фасад 20-1



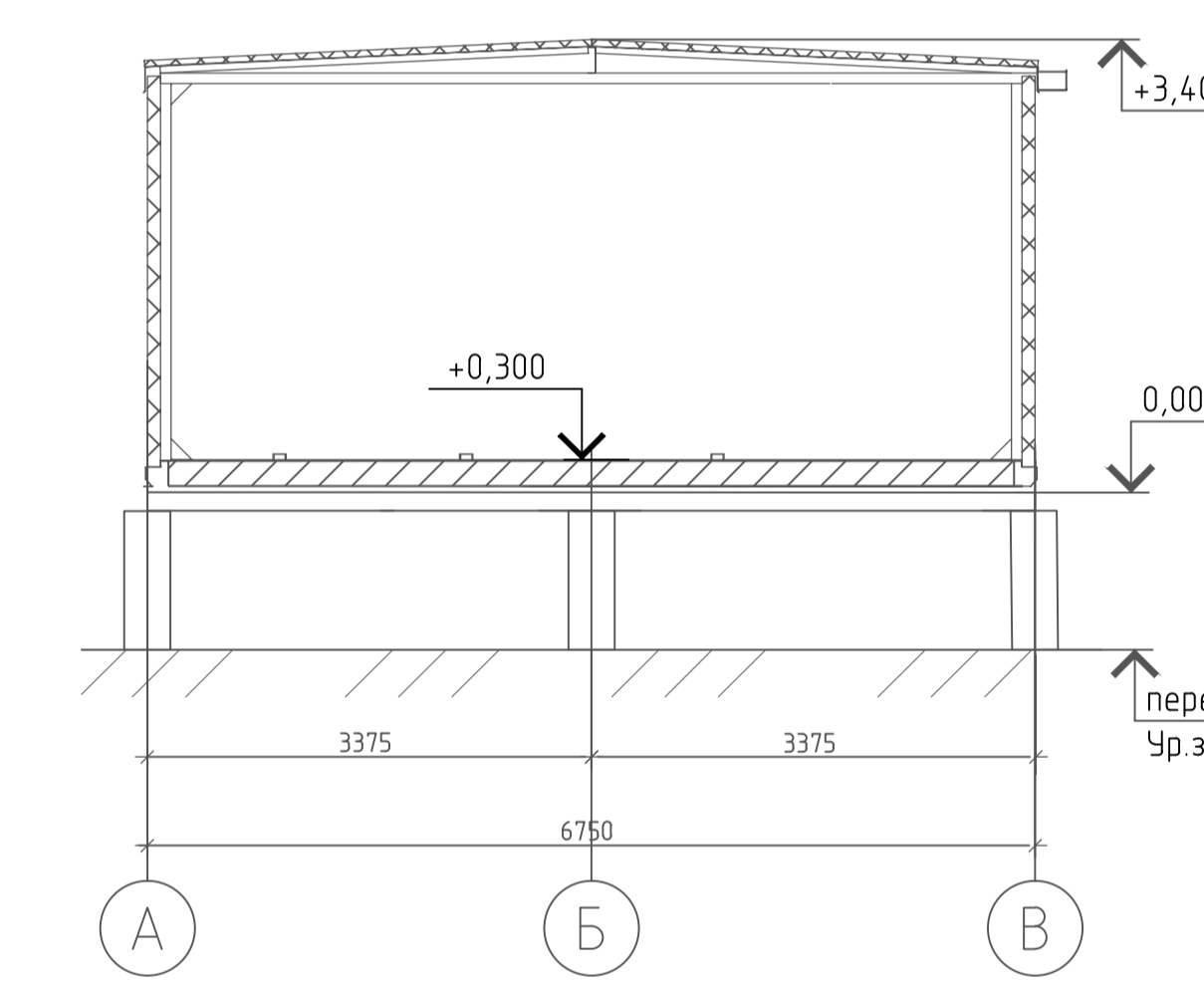
Фасад А-В



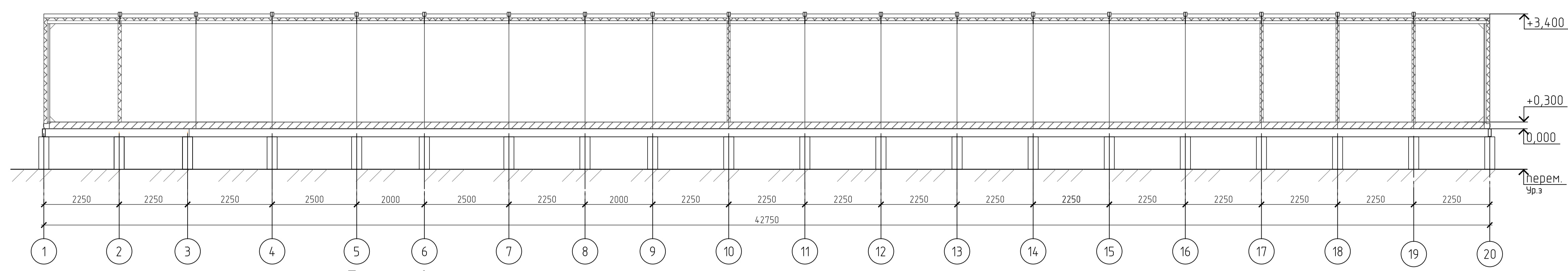
План на отм. +0,300



Разрез 1-1



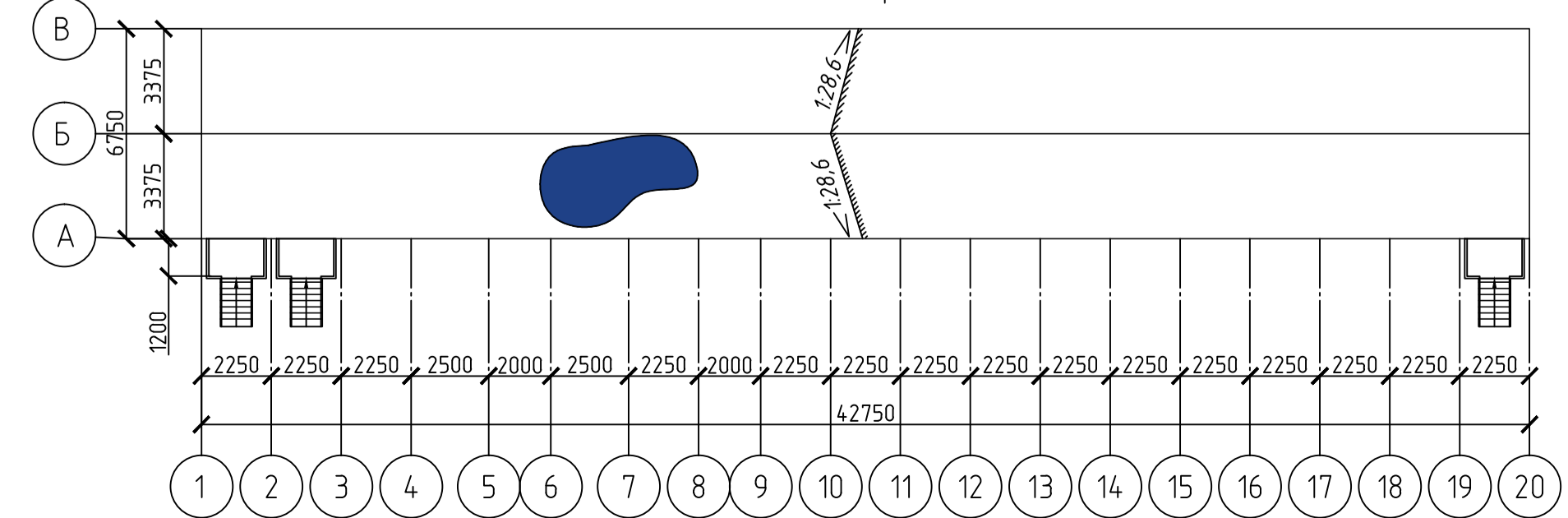
Разрез 2-2



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м <sup>2</sup>	Кат. помещения
1	ЗРЧ 6 кВ	106,3	В4
2	ОПУ	106,3	В4
3	Помещение для ремонта и наладки выкатных элементов	15,18	В4
4	Тамбур АКБ	2,47	В4
5	Помещение АКБ	11,46	Д
6	Кислотная	1,25	Д
7	Раздевалка	7,78	В4
8	Комната приема пищи	7,4	В4
9	Помещение дежурного	15,19	В4
10	Комната связи	8,77	В4
11	Коридор	6,41	В4

План кровли



- За относительную отметку ±0,000 принята: отметка верха опорной рамы для здания ЗРЧ, совмещенного с ОПУ; отметка уровня поверхности земли для остальных сооружений.
- Основные цвета покрытия поверхностей фасадов:
  - кровля, фронтоны - RAL 5005 (синий);
  - угловые стойки (целовые фасонки) - нижняя часть (L=2260 мм) - RAL 7004 (серый), верхняя часть - RAL 5005 (синий);
  - основание блока - RAL 7004 (серый);
  - лестничные марши, площадки обслуживания, ограждения и перила - RAL 7004 (серый);
  - двери, рамы дверей - RAL 7004 (серый);
  - вентиляционные решетки - в цвет стен (см. чертеж);
  - козырьки над дверями и ширмами дворами - RAL 5005 (синий);
  - козырьки над вентиляционными решетками - в цвет стен (см. чертеж);
  - стеновые панели - нижняя часть (L=2260 мм) - RAL 7004 (серый), верхняя часть - RAL 5005 (синий);
  - пол - RAL 7035 (серый);
  - стены, потолок, двери, ворота, рамы ворот и дверей - RAL 9003 (белый).

БР-08.03.01-АР

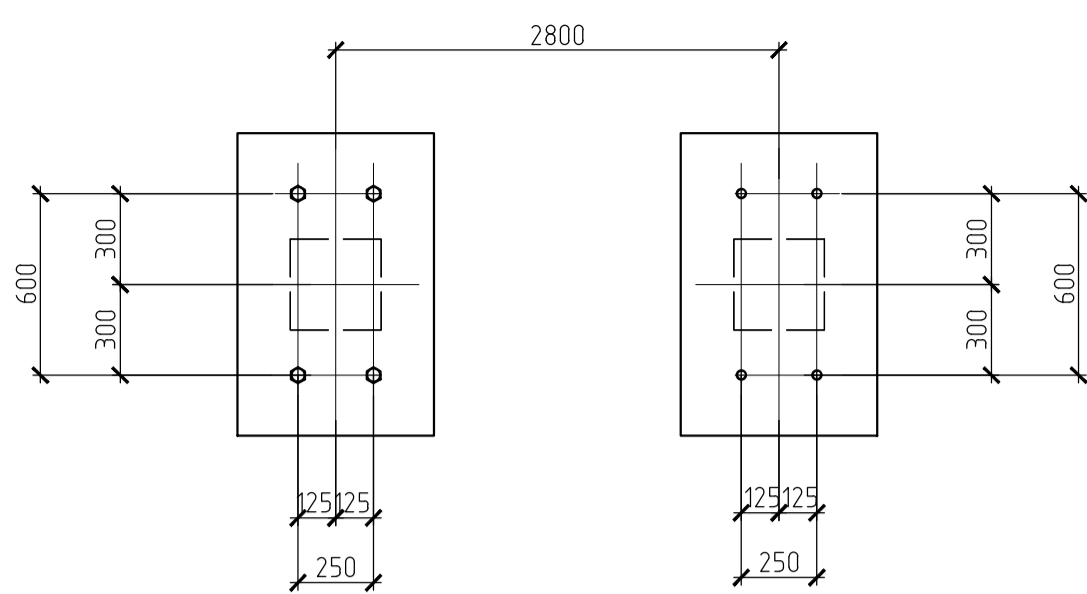
Электрическая подстанция напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рубцовск (Алтайский край)

Изм.	Кол. ур.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Архитектурные решения	Стандия	Лист	Листов
Разработал	Мозжерина						Здание ЗРЧ, совмещенное с ОПУ. Фасады. Разрезы. План кровли.	Кафедра СКУС	
Консультант	Сергучева					Здание ЗРЧ, совмещенное с ОПУ. Фасады. Разрезы. План кровли.		Кафедра СКУС	
Руководитель	Ластовка						Здание ЗРЧ, совмещенное с ОПУ. Фасады. Разрезы. План кровли.	Кафедра СКУС	
Н. контроль	Ластовка					Здание ЗРЧ, совмещенное с ОПУ. Фасады. Разрезы. План кровли.		Кафедра СКУС	
Заб. кафедрой	Леоридов						Здание ЗРЧ, совмещенное с ОПУ. Фасады. Разрезы. План кровли.	Кафедра СКУС	

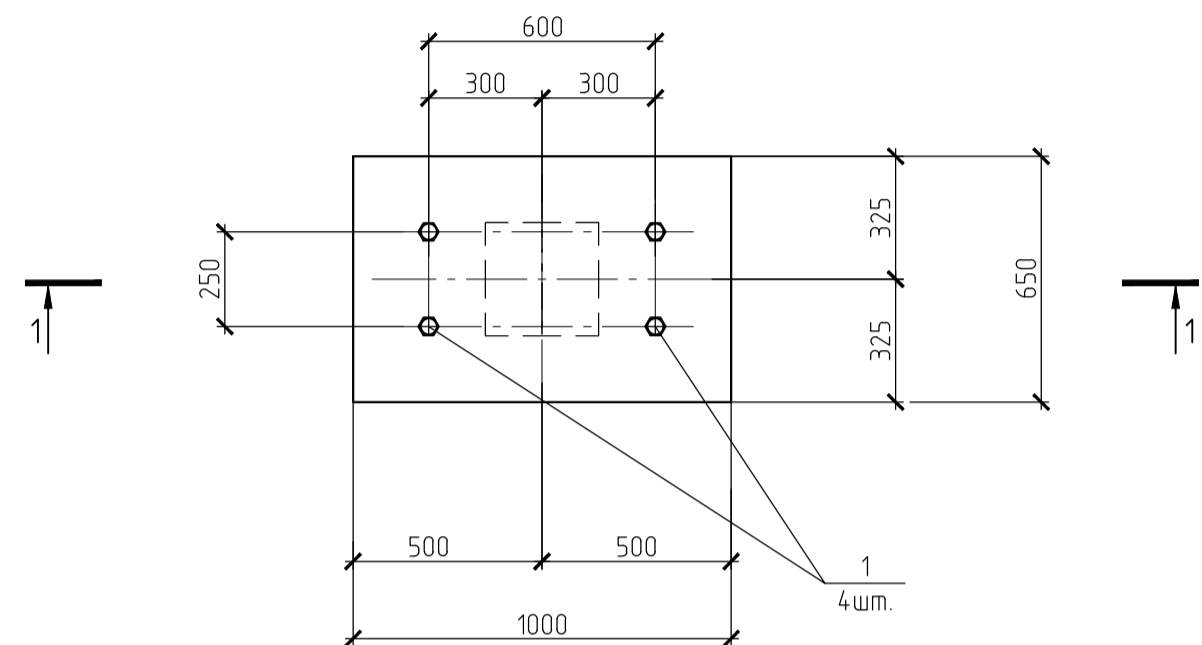
Копировал А1

Согласовано  
Подп. и дата  
Взам. инв. №  
Изд. № инв.

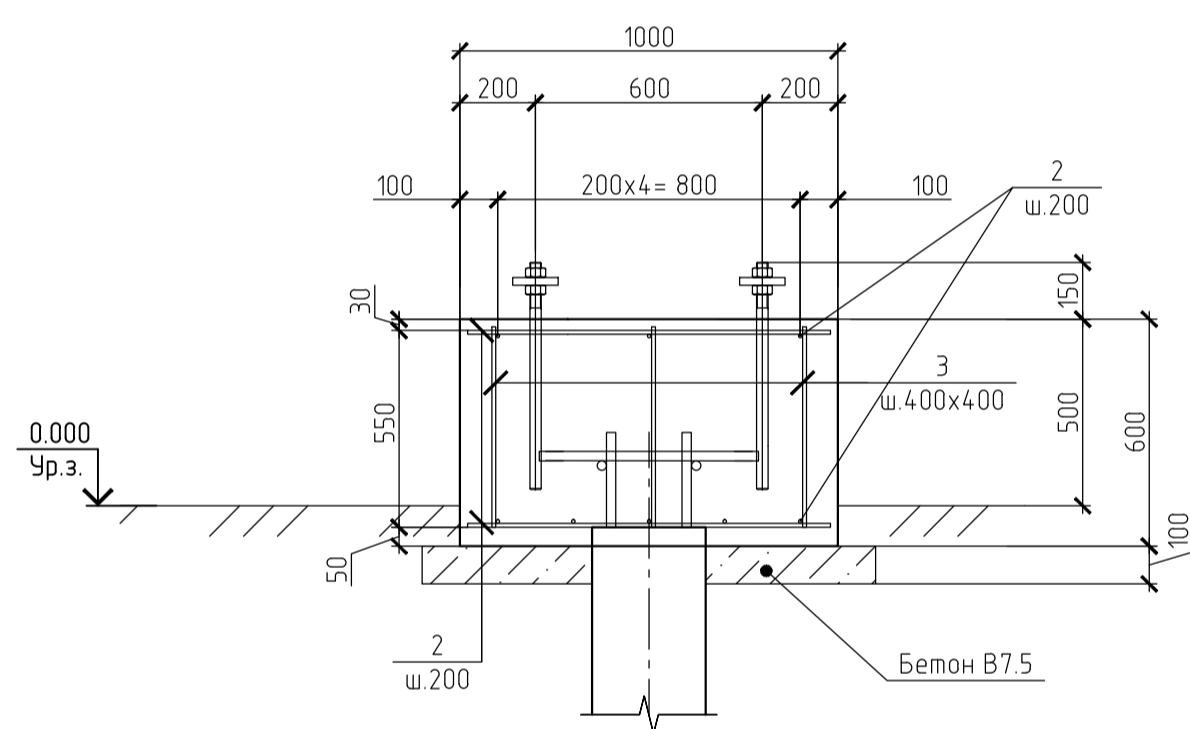
Схема ростберков под металлоконструкцию



Ростберк Рсм1



1-1



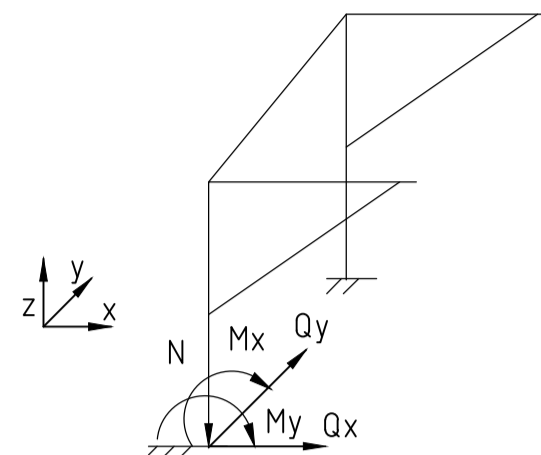
Спецификация элементов к схеме сбкз

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
		Свая забивная			
1.2	ГОСТ 19804-2012	Свая забивная С120.30-13	2	2730	с.10111-10 0.1

Нагрузки на фундамент

Поз.	№ загрузки 1,2,6,8	№ загрузки 1,2,3,7
N	-3.7	-1.89
My	1.23	-5.1
Ox	0.69	-1.23
Mx	-0.369	-0.01
Oy	1.073	0.03

Схема нагрузок



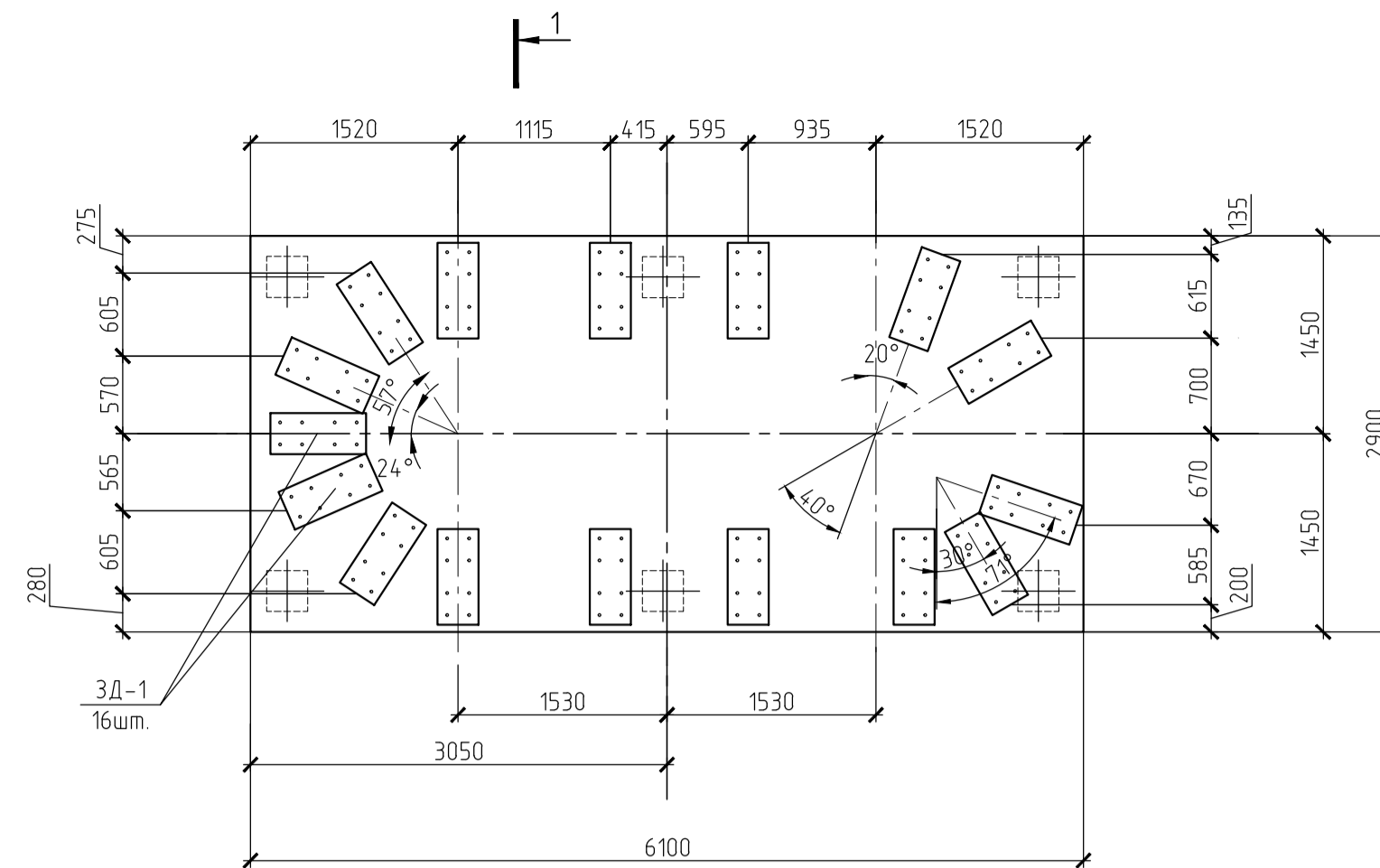
Спецификация элементов монолитной конструкции

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
		Ростберк Рсм1			
		Сборочные единицы			
1	ГОСТ 24379.1-80	Болт 2.1 М30*600 09Г2С-6	4	4.55	18.2
		Детали			
2	ГОСТ 5781-82	φ10A400 L=п.м.	13	0.62	8.02
3	ГОСТ 5781-82	φ10A400 L=530	5	0.33	1.7
		Материалы			
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В30, F150, W4	0.4		м³
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В7.5	0.1		м³

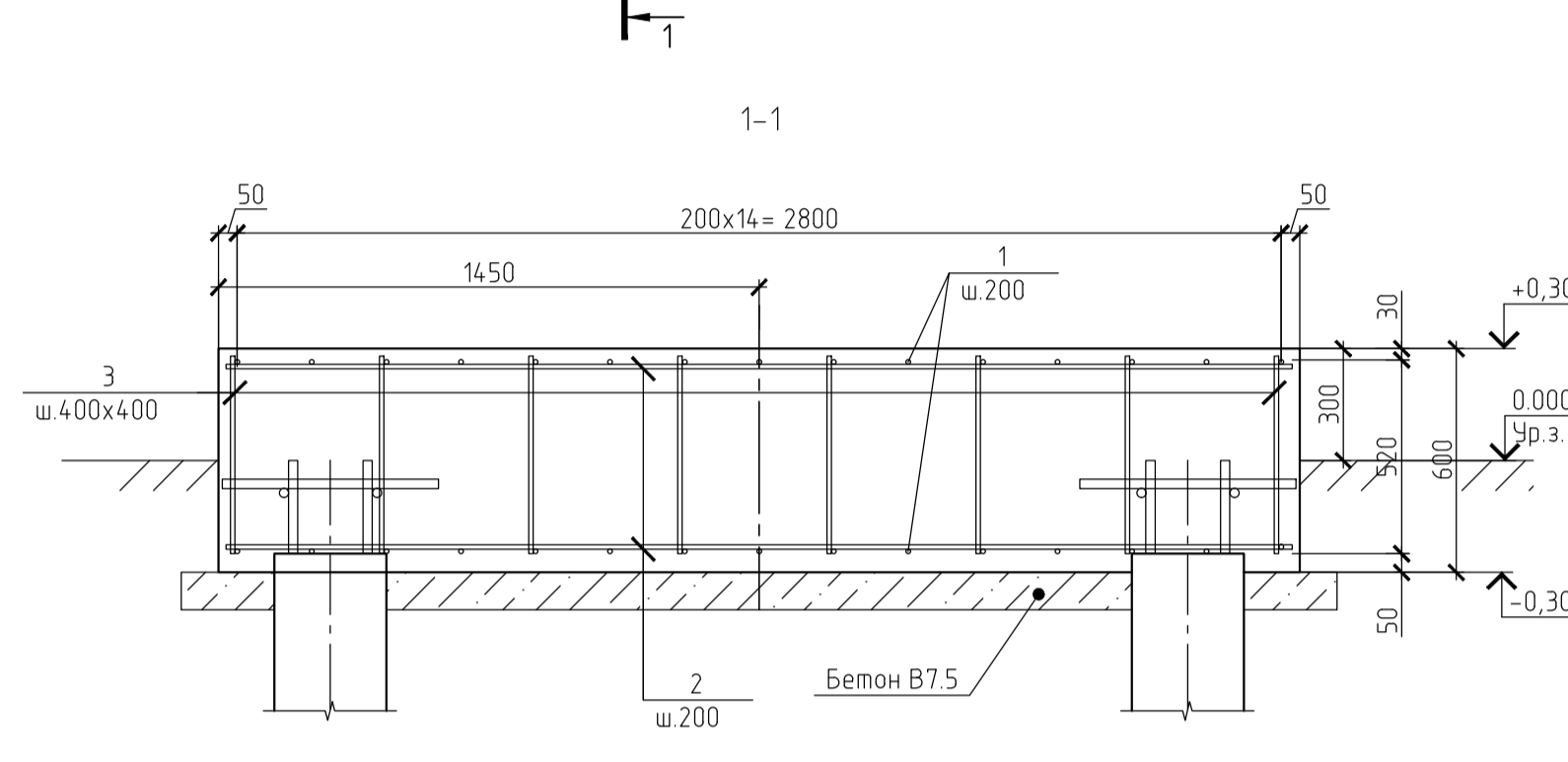
Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные		Всего
	Арматура класса		
	A400		
	ГОСТ 5781-82*	φ10	
Рсм1	9.72	9.72	9.72

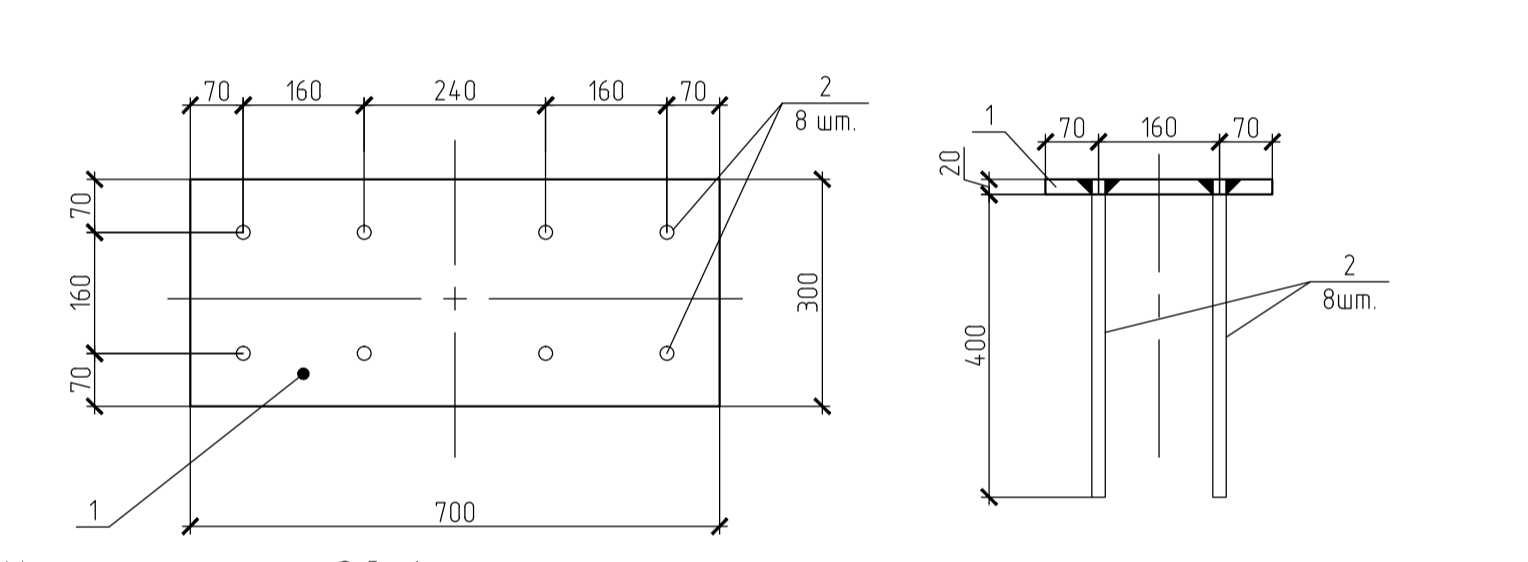
Ростберк Рсм2 под силовой трансформатор



1-1



Закладная деталь ЗД-1



Узел крепления к ЗД-1

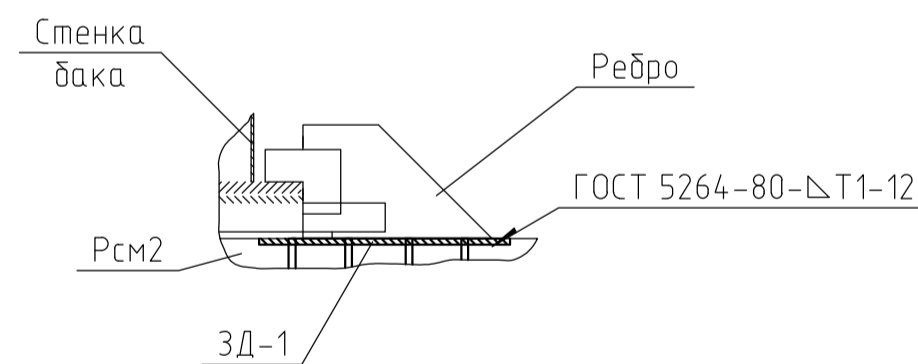
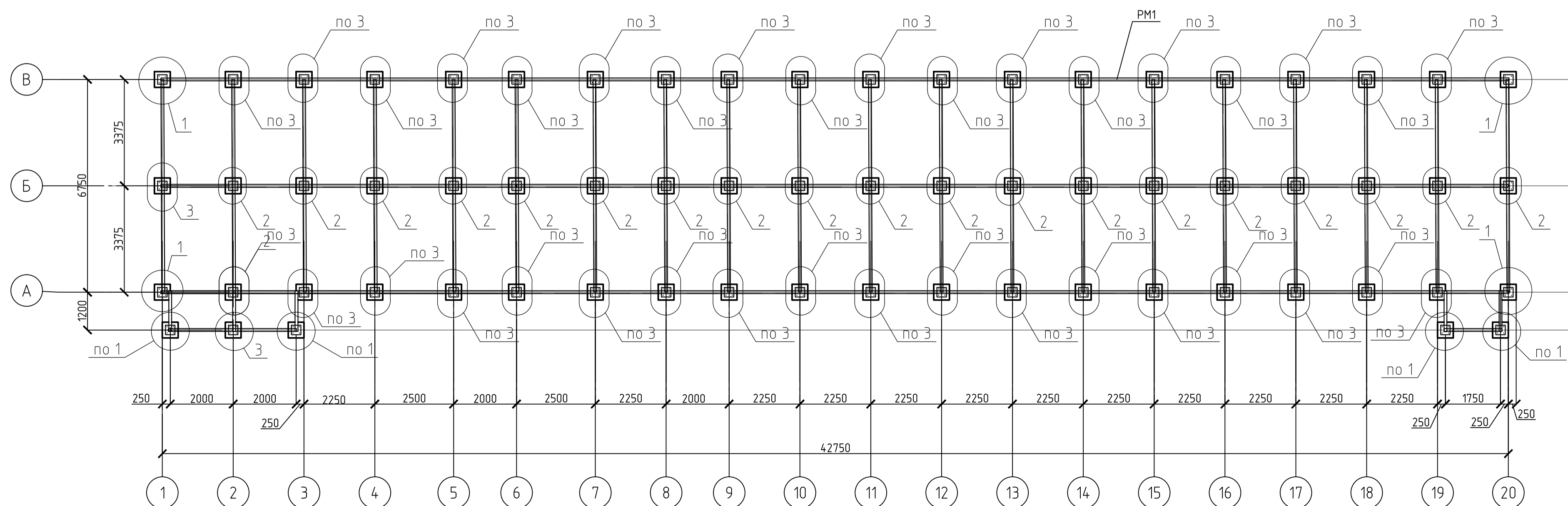


Схема балок обвязки здания ЗРУ, совмещенного с ОПУ



Спецификация элементов монолитной конструкции

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
		Ростберк Рсм2			
		Сборочные единицы			
ЗД-1		Закладная деталь ЗД-1	16	35.04	560.64
		Детали			
1	ГОСТ 5781-82	φ12A400 L=6060	62	5.38	333.64
2	ГОСТ 5781-82	φ12A400 L=2860	30	2.54	76.19
3	ГОСТ 5781-82	φ12A400 L=530	142	0.47	66.6
		Материалы			
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В30, F150, W4	10.6		м³
	ГОСТ 26633-2015	Бетон В7.5			м³

Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Изделия арматурные		Изделия закладные				Общий расход		
	Арматура класса		Арматура класса		Прокат марки				
	A400		A400		С245				
	φ12	Итого	φ10	Итого	-20	Итого			
Рсм2	476.43	476.43	476.43	2.07	2.07	32.97	32.97	35.04	511.47

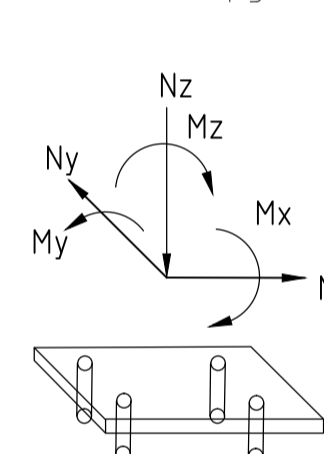
Спецификация на металлическое изделие

Поз.	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
	Закладная деталь ЗД-1	1	35.04	
1	Лист 20-300x300 ГОСТ 19903-2015 С245 ГОСТ 27772-2015	1	32.97	32.97
2	φ10 АIII ГОСТ 5781-82 L=420	8	0.26	2.07

Нагрузки на закладную деталь

Поз.	Расчетное сочетание усилий №1	Расчетное сочетание усилий №2
Nz	6.61	4.1
Nx, Ny	0	0
My	0	2.61
Mx	1.91	0
Mz	0	4.1

Схема нагрузок



Спецификация на металлическое изделие

Поз.	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
	Рама металлическая РМ1	1	6606	
1	Швеллер 21А ГОСТ 8240-97 С245 ГОСТ 27772-2015 L=п.м.	275.3	24.00	6606

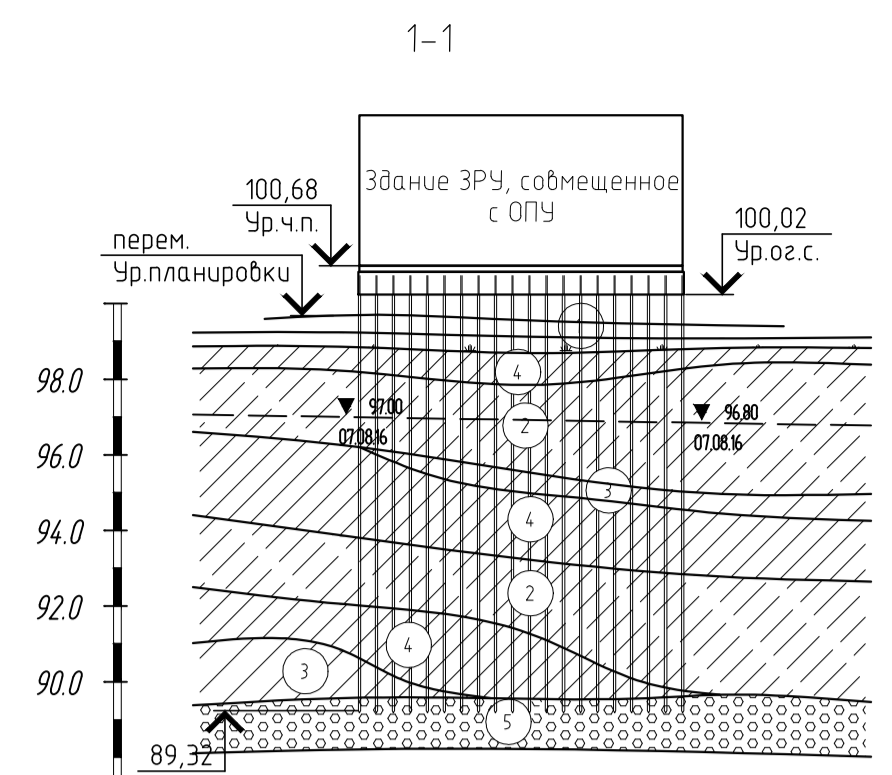
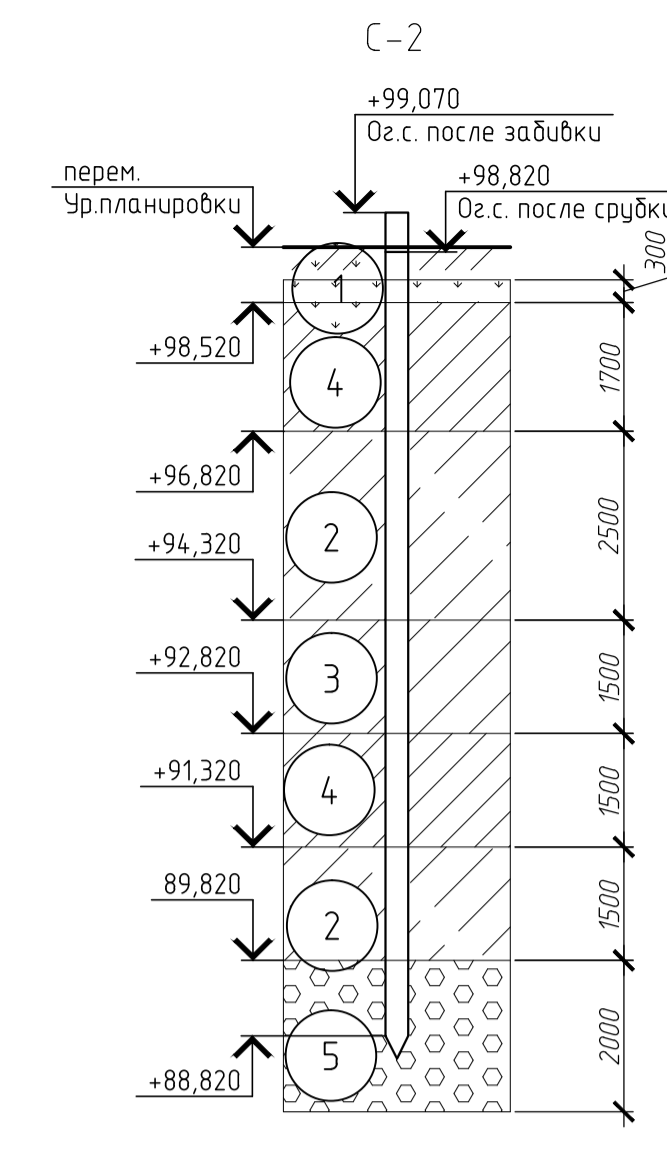
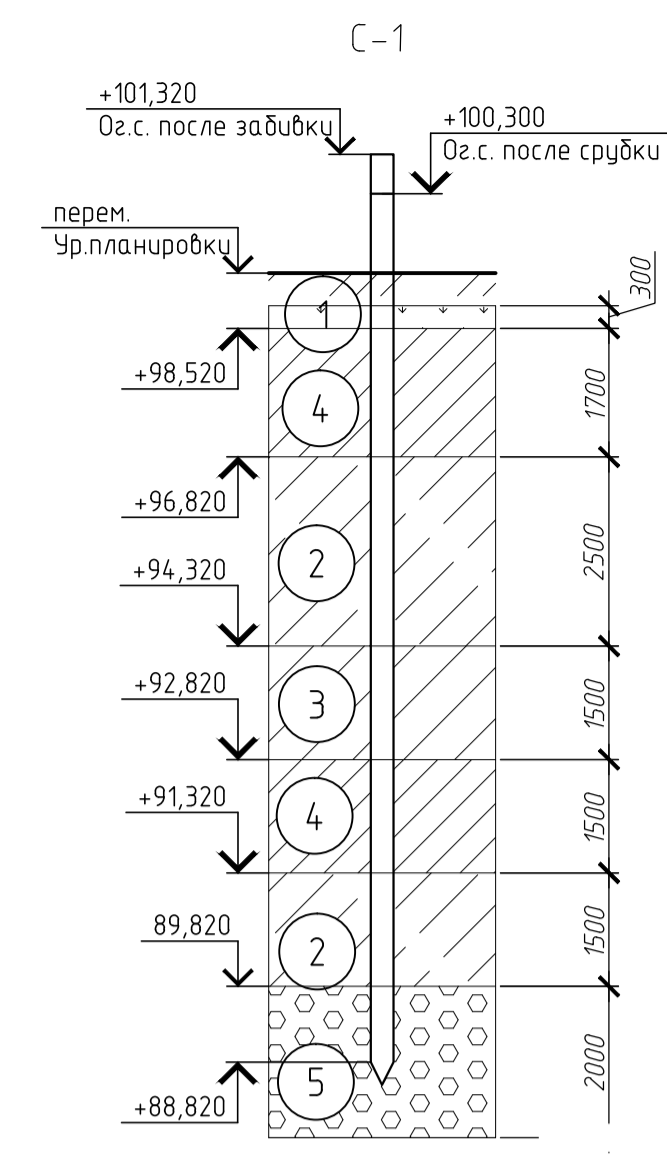
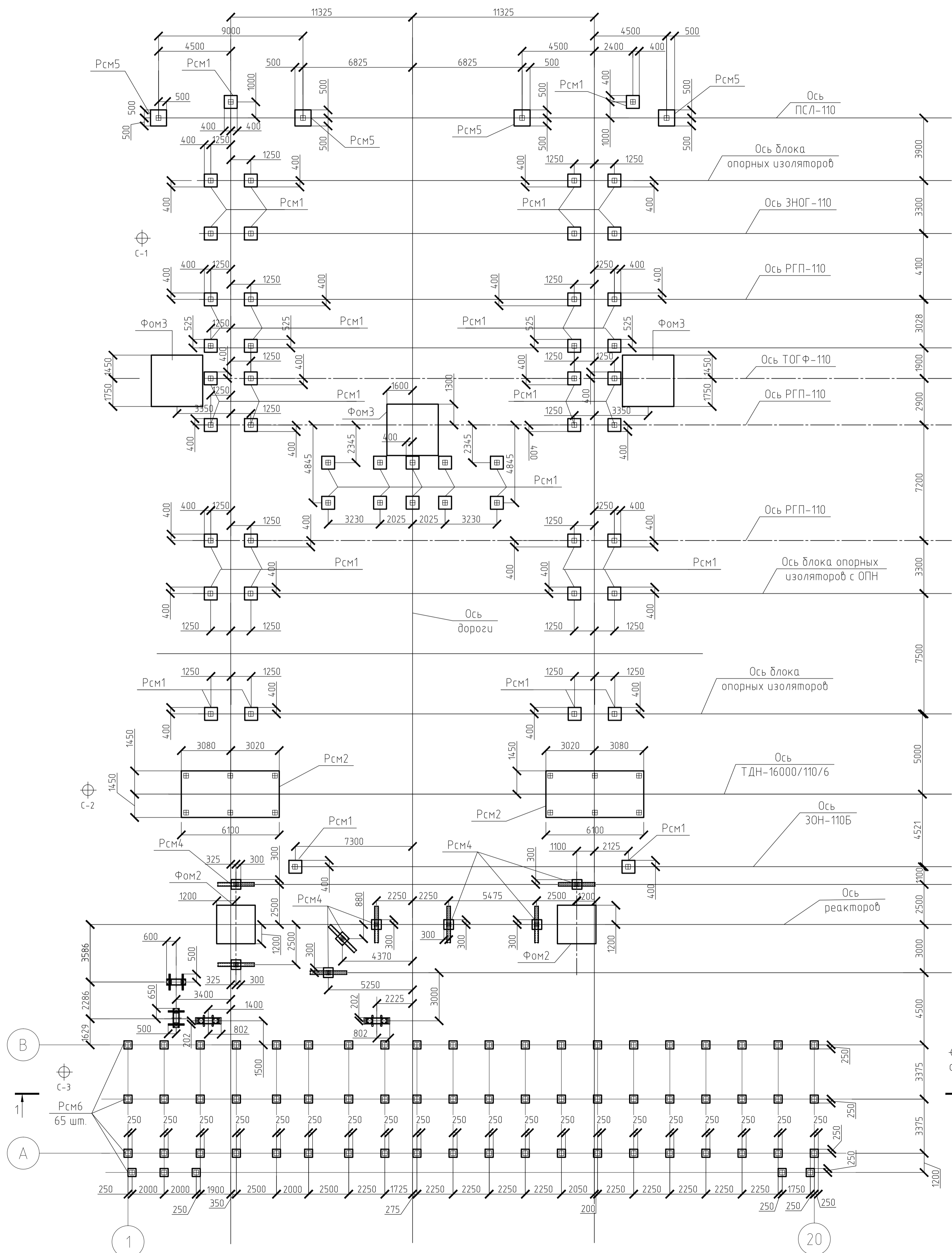
- После сборки металлоконструкций изделия окрасить 2 слоями ПФ-115 (ГОСТ 6465-76\*) по слою грунтовок ГФ-021 (ГОСТ 25129-82\*).
- Поверхность металлических конструкций перед окраской должна иметь 3 степень очистки от окислов по ГОСТ 9.402-2004 и 2 степень обезжиривания.
- Все материалы, применяемые для защиты от коррозии, следует сопровождать сертификатом качества.
- Все швы выполнять ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264-80\* электродом Э42 по ГОСТ 9466-75\* с применением контроля качества швов. Высоту сварных швов принимать по наименьшей толщине свариваемого элемента.
- В спецификации указан общий расход швеллера для металлической рамы. Стыковку балок выполнять на закладной детали ростберка Рсм6.

БР-08.03.01.01-КР

ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. из.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработчик	Мозжерина				
Консультант	Ластовка				
Руководитель	Ластовка				
Н.к. контроль	Ластовка				
Зав. кафедрой	Леоридов				
Электрическая подстанция напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рубцовске (Алтайский край)			Стая	Лист	Листов
Схема ростберков под металлоконструкцию Рсм1					
Ростберк Рсм2 под силовой трансформатор ЗД-1					
Схема балок обвязки здания ЗРУ. Улицы 1, 2, 3			Кафедра СКУС		



План фундаментов ПС "Северная"



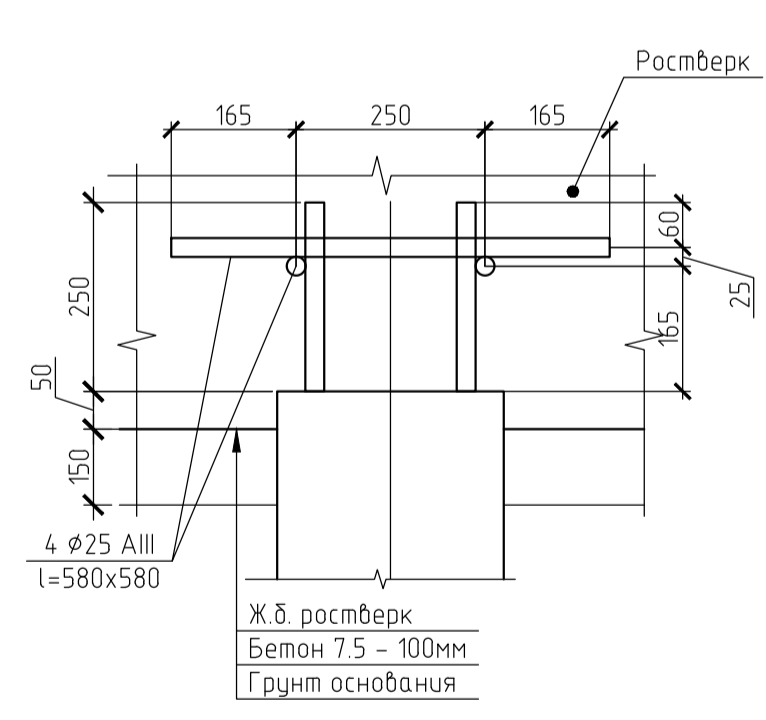
Масштабы:  
гориз. 1:1000  
верт. 1:500

Номер скважины	3	4
Отметка устья, м		
Глубина, м		
Расстояние, м	49,67	
Дата проходки		

Условные обозначения

- ▼ 98,820 / 0108к - уровень грунтовых вод (отметка/дата замера)
- ⊕ - обозначение скважины
- С-2 - обозначение скважины
- 1 - почвенно-растительный слой с корнями растений
- 2 - супесь коричневого цвета, текучая, ненабухающая, неперсадочная, незасоленная, карбонатизированная, водонепроницаемая, содержание частиц <math>< 0,1 - 85\%</math>, песчаных - 15%
- 3 - суглинок бурого цвета, тугопластичный, легкий, пылеватый, ненабухающий, незасоленный, карбонатизированный, слабоводонепроницаемый, содержание частиц <math>< 0,1 - 87\%</math>, песчаных - 13%
- 4 - суглинок серого цвета, текучепластичный, легкий, пылеватый, ненабухающий, незасоленный, карбонатизированный, слабоводонепроницаемый, содержание частиц <math>< 0,1 - 87\%</math>, песчаных - 13%
- 5 - песок гравелистый, средней плотности, насыщенный водой, очень сильноводонепроницаемый. Содержание контролирующей фракции (> 2 мм) - 37%

Узел заделки сваи в ростверк



Спецификация элементов к плану фундаментов

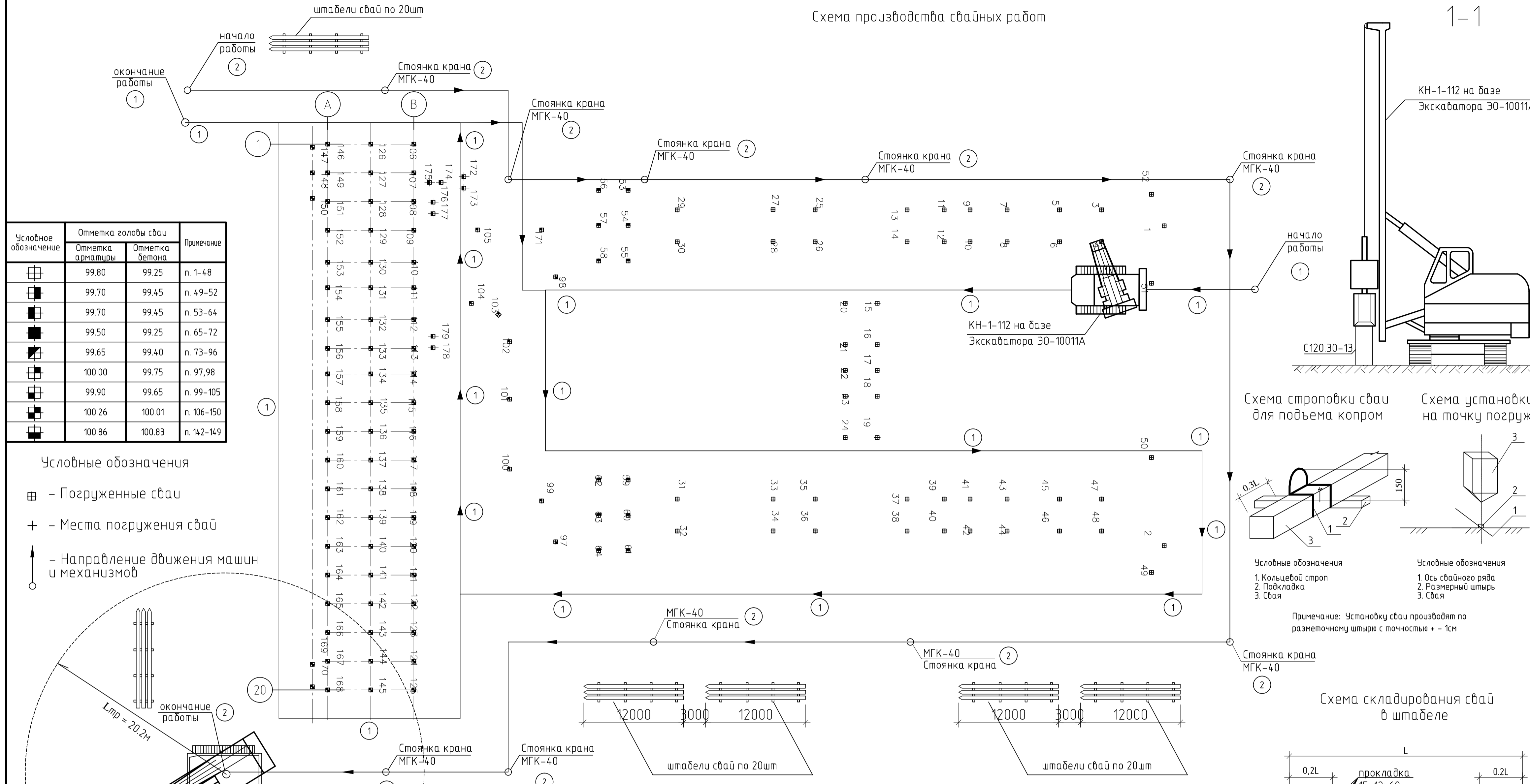
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Примечание
Рсм1		Ростверк Рсм1	50		
Рсм2		Ростверк Рсм2 под трансформатор силового ТДН 16000/110/6	2		
Рсм3		Ростверк Рсм3 под проекторная мачта с молниезащитой ПМС-24	4		
Рсм4		Ростверк Рсм4 под блок опорных изоляторов с ОПН 6кВ и блок опорных изоляторов 6 кВ	8		
Рсм5		Ростверк Рсм5 под приемный портал ПСЛ-110 кВ	4		
Рсм6		Ростверк Рсм6 под здание КРУ-6кВ, совмещенное с ОПУ	65		
Рсм7		Ростверк Рсм7 под мачту связи А0-40	4		
Фом2		Фундамент под токоограничивающий вектор Фом2	2		
Фом3		Фундамент под площадку обслуживания выключателей	3		

- Расчетная нагрузка на 1 сваю 7,12 Т (максимально нагруженная).
- Марка для бетона сваи по морозостойкости - F200, по водонепроницаемости - W4 (по отчету ИГИ), класс бетона - B25.
- Для определения несущей способности пробести статические испытания сваи. Статической нагрузкой испытать две сваи.
- Сваи заделывать в ростверк согласно детали, приведенной на данном листе. Длину анкеровки сваи увеличить при помощи детали из арматуры  $\phi 25$ , в количестве 4 шт. на сваю. Расход арматуры  $\phi 25(A400) - 1,34т$ .
- Обратную засыпку выполнять местным грунтом без включения мусора и растительных остатков слоями по 20см с послойным уплотнением. Коэффициент уплотнения не менее 0,95. В зимних условиях грунт для засыпки должен быть талым.
- Боковые поверхности бетонных конструкций, соприкасающихся с грунтом обмазывать горячим битумом БН 70/30 ГОСТ 6617-76 за 2 раза по огрунтовке раствором битума в масле состава 1:2 (расход указан на соответствующем листе бетонной конструкции).
- Под монолитными ростверками выполнить подготовку бетона В7,5 толщиной 100мм (расход указан на соответствующем листе бетонной конструкции).
- По верхнему обрезу ростверков нанести несмываемой краской риски разбивочных осей.
- Инженерно-геологические изыскания выполнены ЗАО "Золотопроект" в 2016г. шифр 0058-из.02.
- На первой изысканий на территории проведения работ выделено пять инженерно-геологических элементов, пройденные горными выработками:
  - ИГЗ-1 - почвенно-растительный слой с корнями растений
  - ИГЗ-2 - супесь коричневого цвета, текучая, ненабухающая, неперсадочная, незасоленная, карбонатизированная, водонепроницаемая, содержание частиц <math>< 0,1 - 85\%</math>, песчаных - 15%
  - ИГЗ-3 - суглинок бурого цвета, тугопластичный, легкий, пылеватый, ненабухающий, незасоленный, карбонатизированный, слабоводонепроницаемый, содержание частиц <math>< 0,1 - 87\%</math>, песчаных - 13%
  - ИГЗ-4 - суглинок серого цвета, текучепластичный, легкий, пылеватый, ненабухающий, незасоленный, карбонатизированный, слабоводонепроницаемый, содержание частиц <math>< 0,1 - 87\%</math>, песчаных - 13%
  - ИГЗ-5 - песок гравелистый, средней плотности, насыщенный водой, очень сильноводонепроницаемый. Содержание контролирующей фракции (> 2 мм) - 37%
- Залегание слоев горизонтальное.
- Согласно карте общего сейсмического районирования территории - ОРС-2015-С - район работ для средних по сейсмическим свойствам грунтов относится к 8-балльной зоне по шкале MSK-64 для объектов повышенной ответственности. Грунты по сейсмическим свойствам относятся к III категории табл 1 СП 14.13330.2018, СНиП II-7-81\* Актуализированная редакция.
- Основные расчетные характеристики грунтов приведены в отчете шифр 0058-из.02.
- Подземные воды водоносного горизонта аллювиальных отложений на период изысканий вскрыты на глубинах 2,1-2,6 м (абс. отм. 96,8-97,1 м). Водонесущими грунтами являются суглинки от тугопластичных до текучепластичных, супеси текучие и пески гравелистые. Подземные воды неагрессивные по всем показателям к бетонам всех марок.

БР-08.03.01.01-КР				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт				
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.
Разработана	Можжерина			
Консультант	Савич			
Руководитель	Ластовка			
Н.контр.	Ластовка			
Заб. кафедру	Леоридьев			
		Электрическая подстанция напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рудобовске (Алтайский край)		Стадия
		План фундаментов ПС "Северная"		Лист
		Узел заделки сваи в ростверк.		Листов
		Кафедра СКУС		

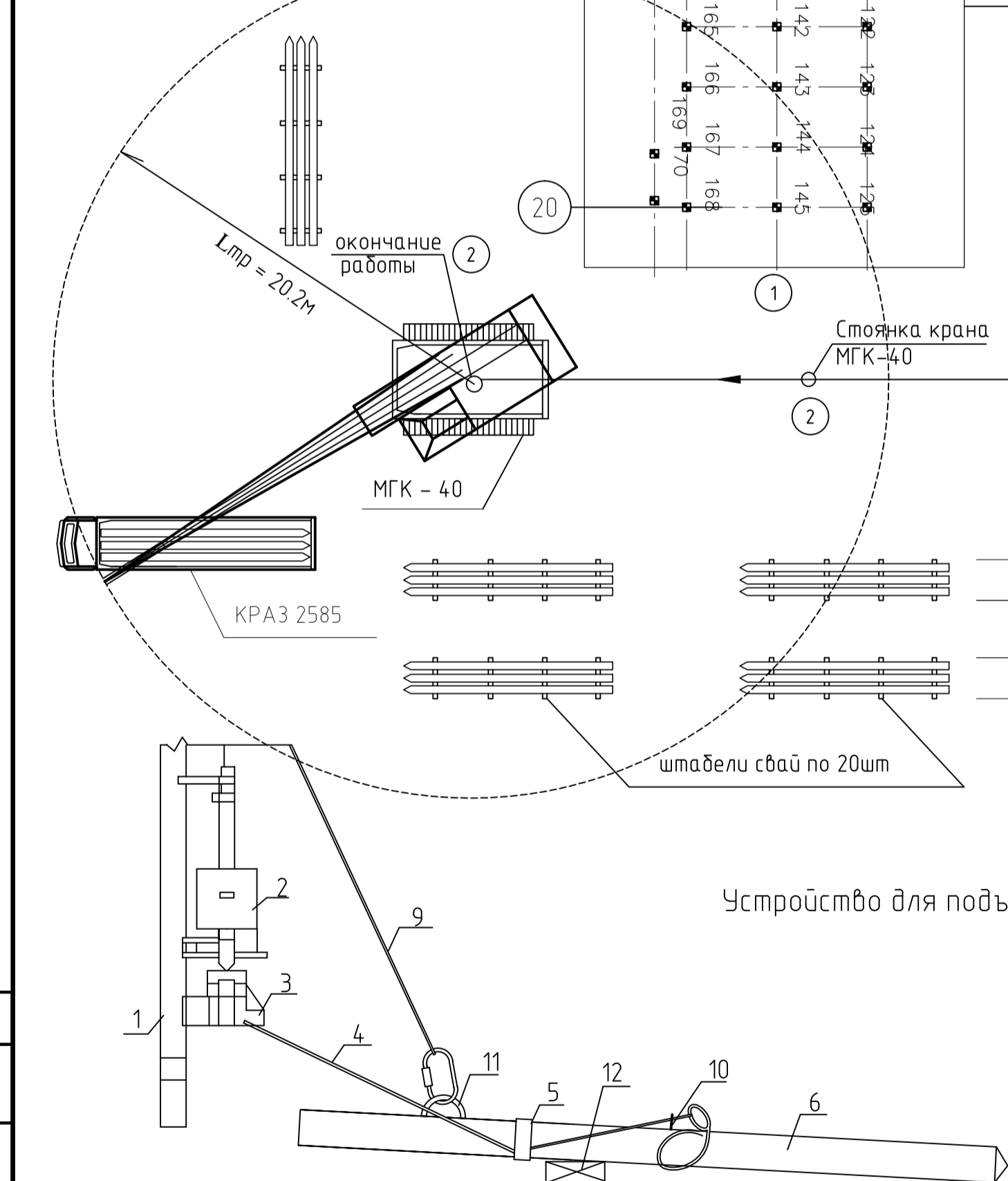


Схема производства свайных работ

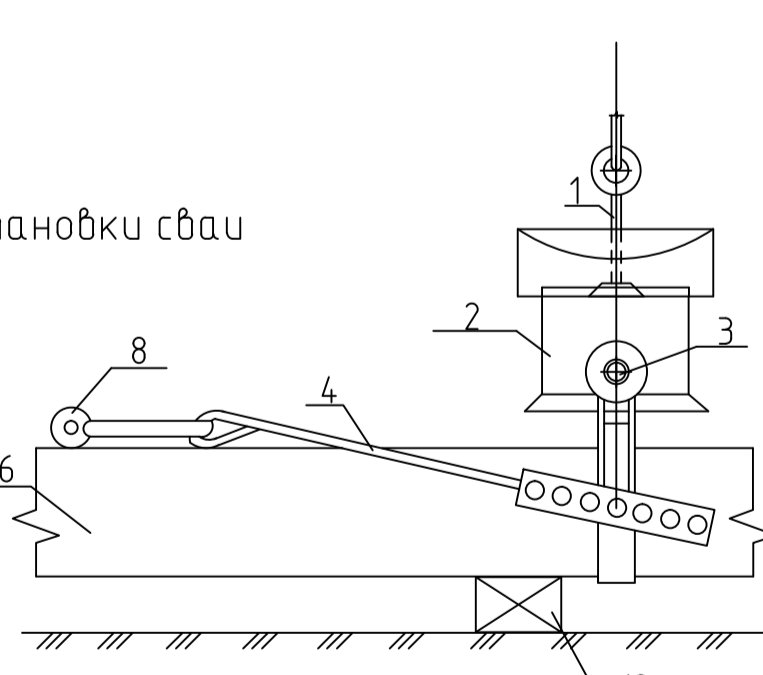


Условное обозначение	Отметка головы свай		Примечание
	Отметка арматуры	Отметка бетона	
⊕	99.80	99.25	п. 1-48
⊕	99.70	99.45	п. 49-52
⊕	99.70	99.45	п. 53-64
⊕	99.50	99.25	п. 65-72
⊕	99.65	99.40	п. 73-96
⊕	100.00	99.75	п. 97-98
⊕	99.90	99.65	п. 99-105
⊕	100.26	100.01	п. 106-150
⊕	100.86	100.83	п. 142-149

Условные обозначения  
 ⊕ - Погруженные сваи  
 + - Места погружения свай  
 ↑ - Направление движения машин и механизмов



Устройство для подъема и установки свай



- Условные обозначения
- Копровая стрела
  - Молот С-955
  - Наголовник
  - Канаты подвески хомута
  - Хомут
  - Свая
  - Универсальный строп
  - Свайный трос
  - Подвеска с крюком
  - Штырь-фиксатор
  - Петля
  - Подкладка

МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Забивка свай	Наголовник		1
Разметка свай	Шаблон Но-004-00		2
Разгрузка свай	Строп 2-х ветвевой ГОСТ 25573-82	Q=5,0т	111
Поъем свай на копер	Строп 1-х ветвевой ГОСТ 25573-82	Q=5,6т	2
Поворот свай	Рычаг-вилочник		5
Выверка вертикали свай	Отвес ОТ-600 ГОСТ 7948-80		1
Разметка рисок	Метр складной		2
Разметка рисок	Разметочный шнур ТУ22-5076-81	L=15 м	4
Поворот свай	Лом строительный		1
Плотничные работы	Топор		1
Плотничные работы	Ножевка по дереву		1
Поворот свай	Свайный ключ		1
Вертикальная привязка осей	Нивелир		1
Выверка вертикали осей	Теодолит		1
Измерения	Рулетка стальная	L=10 м	2
Фиксирование мест забивки свай	Штыри металлические d16мм, L=300мм		121
Погружение стержней	Кубала		1

ОПЕРАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ВЫПОЛНЕНИЯ СВАЙНЫХ РАБОТ

Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр (по какому нормативному документу)	Допускаемые значения параметра, требования качества	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля
Подготовительные работы	Правильность складирования. Наличие паспортов. Соответствие геометрических размеров проекту. Правильность нанесения разбивочных осей. Отсутствие внешних дефектов.	Отклонение не более 10 мм на 100м ряда. Ширина трещин не более 0,3мм	Визуально, стальным метром
Разбивка свайного ряда	Соответствие проекту положения свай	Отклонение не более 10мм на 100м ряда	Теодолит, рулетка
Разбивка точек погружения свай	Соответствие проекту положения свай	Отклонение не более 10мм на 100м ряда	Спальной рулеткой
Погружение свай	Правильность свайных рядов с фиксацией точек металлических штырями	±10	Спальной рулеткой
Погружение свай	Выверка отклонения направляющих копра и свай по вертикали	±2%	Теодолитом или отвесом
Погружение свай	Выверка отклонения свай от вертикали в процессе погружения	Не более расчетного	Теодолитом или отвесом
Выверка положения свай в плане	Проектный отказ	Крайние сваи поперек оси ±2d. Всех свай вдоль оси ±0,3d	Теодолит, нивелир, рулетка
Срубка голов свай	Обеспечение заделки голов свай в ростверк на заданные отметки	±3см	Нивелир

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

№ п/п	Обоснование по ЕНиР	Наименование технологического процесса	Объем работ ед. изм.	Затраты труда маш.-ч / чел.-ч	Требуемые механизмы марка	Продолжительность, дни	Число смен	Состав бригады	МЕСЯЦ	
									ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ
1	Е12-83 N2cm88	Разгрузка и складирование свай стреловым краном	150сб	6,89	МГК-40	22,2	2	машинист 5р-1 такелажник 3р-2		
2	Е12-83 N3cm88	Переориентирование свай краном для разметки осей и рисок	150сб	6,89	МГК-40	27,4	2	машинист 5р-1 такелажник 3р-3		
3	Е12-97 см94	Разметка свай краской по длине через 1,0м	150см	82,7	1,2	4,25	2	копровой 3р-1		
4	Е12-83 N1cm88	Подача свай к месту погружения гусеничным краном	150сб	6,89	МГК-40	29,1	2	такелажник 3р-2 машинист 5р-1		
5	Е12-28 Т2см32	Вертикальное погружение свай L=12м, гусеничным копром СП-50 на базе экскаватора Э-10011А, плотность погружения 5см	1сб	689	159	22,75	2	копровой 5р-1 машинист 6р-1		
6	Е12-39 Т2Н150	Срубка голов свай сечением 300x300мм отбойным молотком	1сб	689	0,31	9,0	2	бетонщик 3р-2		
7	Е12-40 N1а	Открытие стержней арматурного каркаса свай	150сб	27,6	1,9	2,25	2	арматурщик 3р-1		

Техника безопасности и охрана труда

- При производстве работ по погружению свай необходимо неукоснительно соблюдать требования СНиП 12.04-2002 "Безопасность труда в строительстве" часть 2.
- Свайные работы ведутся под непосредственным руководством инженерно-технического работника.
- Все опасные зоны на площадке должны быть обозначены хорошо видимыми предупредительными знаками и надписями.
- При погружении свай запрещается находиться в опасной зоне работы копрового оборудования, радиус которой превышает высоту мачты на 5м.
- К управлению свайно-копровой установкой допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие удостоверение на право работы.
- В зоне производства работ необходимо разместить противопожарный щит, оборудованный соответствующим инвентарем. На рабочей площадке должны быть плакаты о правилах безопасного ведения работ и медицинская аптечка.
- Доступ посторонних лиц в зону работ не разрешен.

Область применения

- Технологическая карта разработана на производство работ по погружению забивных свай длиной 12м при однорядном и многорядном их расположении при устройстве свайного поля электрической подстанции напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рубцовске (Алтайский край).
- При устройстве свайного основания запретируются железобетонные сваи С120.30-13 ГОСТ 19804-2012 массой 2730кг, квадратного сечения 300x300мм.
- Все работы по погружению свай выполняются в 2 смены, в зимнее время года.

МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество
Вертикальное погружение свай	Копровая установка КН-1-12 СП-50	На базе экскаватора Э-10011А	1
Рабочий орган копрового оборудования	Дизель-молот С-995	P=19 кДж	1
Разгрузка, складирование и подача свай	Гусеничный кран МГК-40	Q=20т, Lстр=23м	1
Срубка голов свай	Отбойный молоток МО-10П	пневматический	1
Доставка свай на объект	Тягач Крз-2585-1		1

МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материал и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
Забивка свай	Сваи железобетонные С120-30-13 ГОСТ 19804-2012	м3	1,09	163,5
Забивка свай	Наголовник металлический	кг	0,06	9
Забивка свай	Штыри металлические d16 L=300мм	шт.	1	121
Разметка свай краской	Краска масляная ГОСТ 8292-85	кг	0,02	3

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Значение
1	Общий объем работ	шт/м3	150/163,5
2	Трудоёмкость выполнения работ	чел.час/м3	6
3	Выработка одного рабочего в смену	2	м3/см
4	Продолжительность выполнения работ	дн.	32

БР-08.03.01.01-ТК

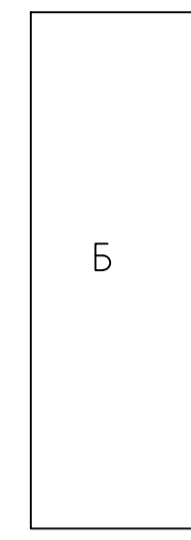
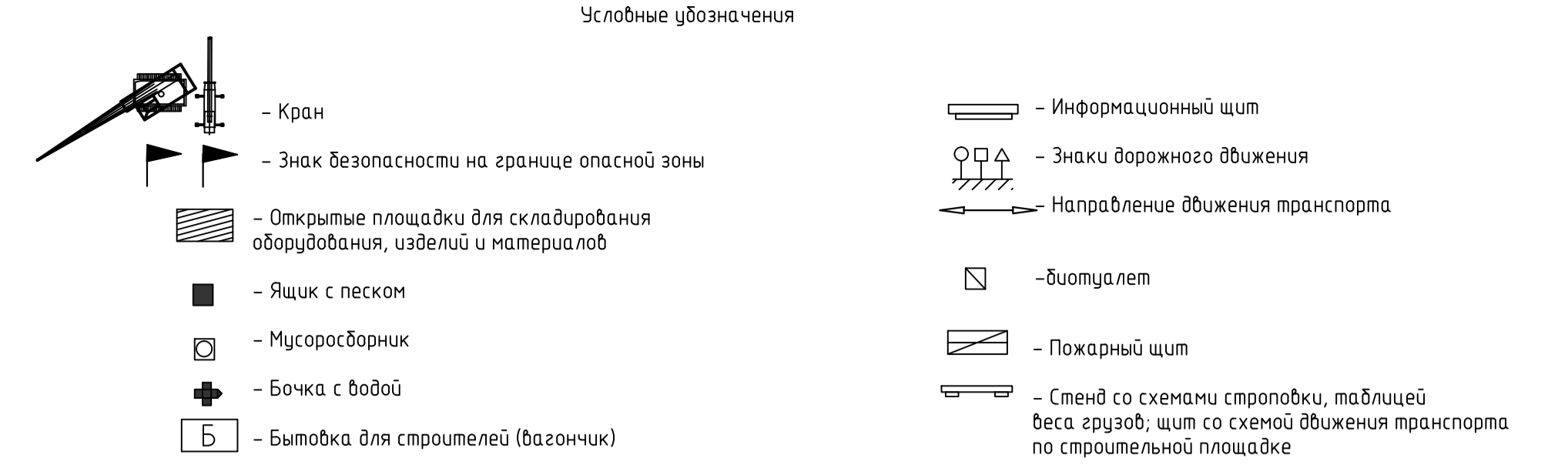
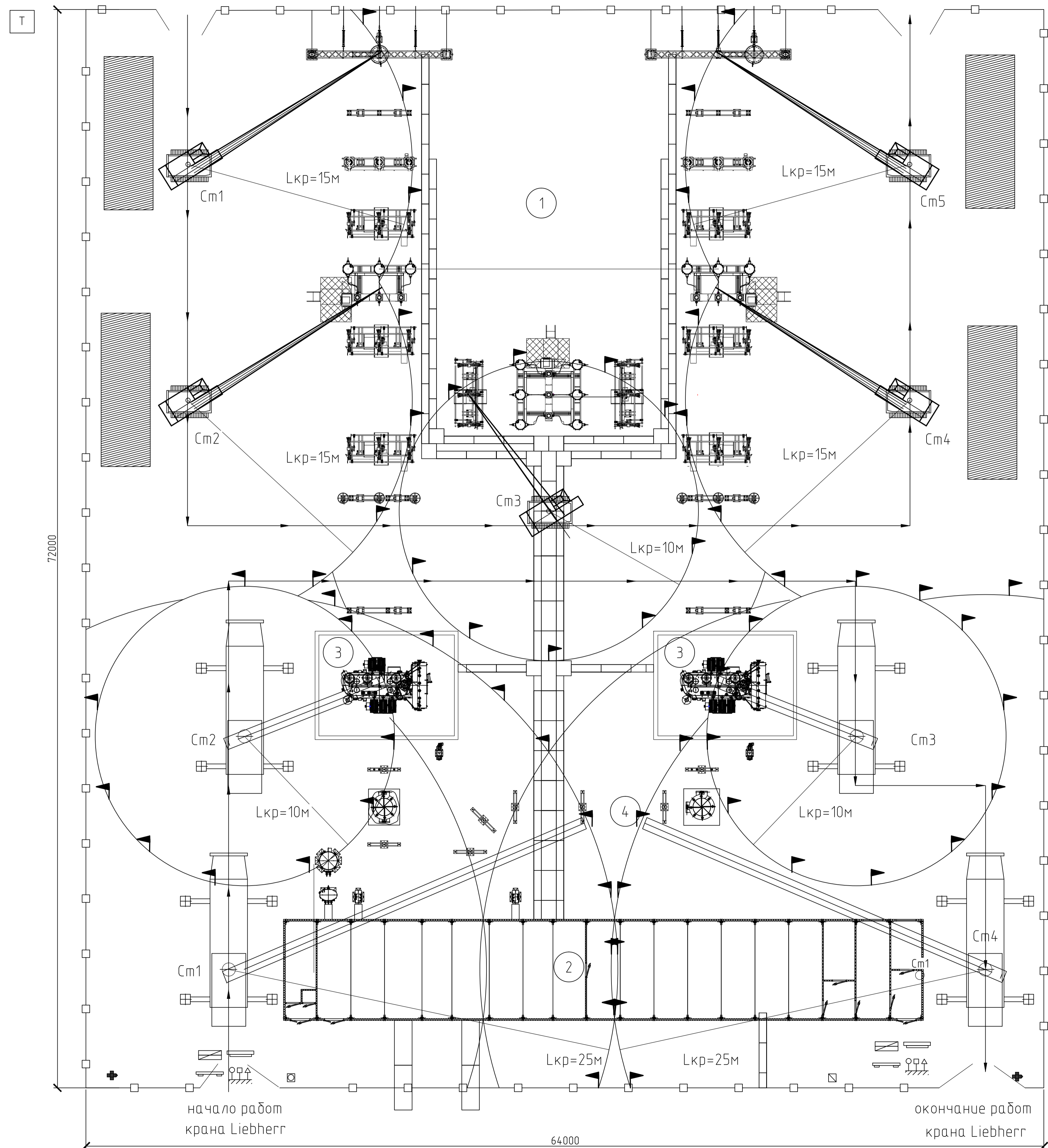
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Инженерно-строительный институт
Разработчик	Можжерина					Электрическая подстанция напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рубцовске (Алтайский край)
Консультант	Петрова					
Руководитель	Ластовка					Технологическая карта на устройство свайного поля подстанции напряжением 110 кВ "Северная"
Н. контроль	Ластовка					
Зав. кафедрой	Леоридев					Кафедра СКУС



Объектный строительный генеральный план на основной период строительства

начало работ крана МГК-40

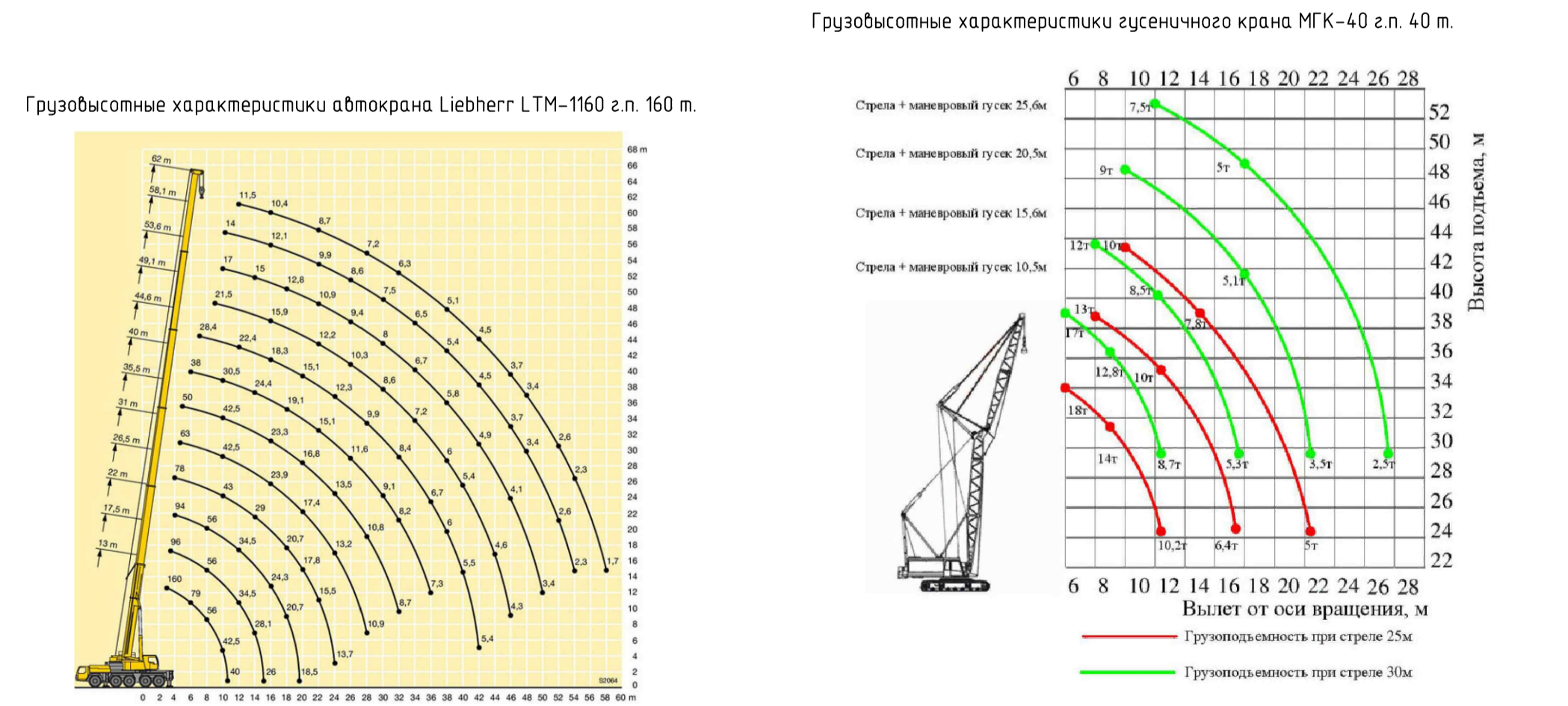
окончание работ крана МГК-40



Технико-экономические показатели СГП			
№п/п	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Площадь участка в условных границах (по ограждению ПС)	м2	4608
2	Площадь застройки	м2	801
3	Площадь покрытий	м2	4332
4	Покрытие проездов	м2	928
5	Покрытие площадки	м2	3404

Экспликация зданий и сооружений		
№п/п	Наименование	Количество, шт
1	ОРУ (открытое распределительное устройство)	1
2	КРУ, совмещенное с ОПУ	1
3	Силовой трансформатор	2
4	Реакторная группа	1

- Снабжение строительства строительными конструкциями, материалами и изделиями обеспечивается подрядчиками - исполнителями работ, с доставкой автотранспортом.
- В процессе строительства необходимо организовать контроль и прил'ебну поступающих конструкций, деталей и материалов.
- До начала выполнения строительно-монтажных работ, в том числе подготовительных работ, на объекте заказчик обязан получить в установленном'едом порядке разрешение на выполнение строительно-монтажных работ. Выл'ебление работ без указанного разрешения запрещается.
- К основным работам по строительству разрешается приступать только после устройства необходимых ограждений строительной площадки (ох'фобных, защитных или сигнальных) и создания разбивочной геодезической основы.
- Все работы должны вестись в соответствии с требованиями СП 48.13330.2011 "Организация строительства", СНиП 3.02.01-87 "Земляные со'еоружения. Основания и фундаменты", СНиП 3.03.01-87 "Несущие и ограж'еающие конструкции", СНиП 3.04.03-85 "Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии", СНиП 3.05.06-85 "Электротехнические устрой'фтва", СНиП 3.05.04-85 "Наружные сети и сооружения водопровода и канал'ебзвации".
- Особенности производства основных работ:
  - открытая установка оборудования;
  - наземная прокладка кабельных каналов;
- Выполнение работ на объекте намечается в следующей технологической последовательности:
  - обеспечение площадки водоснабжением, электроэнергией, средствами связи на период строительства;
  - устройство площадок для складирования оборудования, строительных материалов и конструкций.
- В основной период:
  - работы нулевого цикла;
  - строительно-монтажные работы по устройству опор под оборудование и прокладке кабельных каналов;
  - электромагнитные работы, прокладка силовых и контрольных кабелей;
  - пуско-наладочные работы.
- При подготовке к производству работ организацией, осуществляющей строительство совместно с эксплуатирующей организацией, должен быть разработан проект производства работ (ППР), где должны быть разработаны мероприятия по организации строительного производства. Особой для составления ППР является рабочая чертёж, привязанные к местным условиям таблицы технологические карты каждого вида.
- Наружные пожаротушение осуществлять передвижной пожарной техникой и первичными средствами пожаротушения. Установить пожарный щит ШП-Е в составе огнетушитель воздушно-пенный (ОВП) вместимостью 10 л - 1 шт, крак с деревянной рукояткой - 1 шт, комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические болты и коврик - 1 шт, асбестоцементное полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) - 1 шт, лопата совковая - 1 шт, ящик с песком.
- В ППР указать места установки знаков "ПГ" и планов пожарной защиты по ГОСТ 12.1114-82.
- На участках попадающих в опасную зону действия крана, руководителю подрядной организации и заказчику обеспечить присутствие людей во время работы крана. Запрещается работа крана при силе ветра 10 м/с и более. Выбесить на видном месте на ограждении знаки безопасности "Внимание", "Опасная зона", "Работает кран".
- Гидроизоляционные работы выполнять готовой смесью. Приготовление и разогрев смеси дитума на строительной площадке категорически запрещается.
- Работа крана за пределами стройплощадки строго запрещена.
- Производство строительно-монтажных работ следует выполнять со строгим соблюдением требований строительных норм и правил по безопасности труда в строительстве - СНиП 12-03-2001. Часть 1, СНиП 12-04-2002. Часть 2 (действующие издания).
- Складирование строительных конструкций производить на территории ПС.
- Опасная зона работы крана составляет 32 м при подъеме груза на высоту до 10 м.



БР-08.03.01.01-0С					
Изм.	Кол. изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Можжерина				
Консультант	Петрова				
Руководитель	Ластовка				
Н. контроль	Ластовка				
Заб. кафедрой	Леоридев				
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"			Инженерно-строительный институт		
Электрическая подстанция напряжением 110 кВ "Северная" в г. Рубцовске (Алтайский край)			Стадия	Лист	Листов
Объектный строительный генеральный план на основной период строительства			Кафедра СКУС		

Согласовано  
Подп. и дата  
Изм. № подл.



Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С. В. Деордиев

подпись

инициалы, фамилия

« 15 »

01 2019 г.

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

в виде работы

проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

«Электрическая подстанция напряжением 110 кВ «Северная»

тема

в г. Рубцовск (Алтайский край)

Руководитель

[подпись]  
подпись, дата

доцент каф. СКиУС

должность, ученая  
степень

А. В. Ластовка

инициалы, фамилия

Выпускник

[подпись] 13.07.2019  
подпись, дата

М. В. Мозжерина

инициалы, фамилия

Красноярск 2019

Продолжение титульного листа БР по теме \_\_\_\_\_

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

  
подпись, дата

Е.М. Сергеевич  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

  
подпись, дата

А.В. Ласарова  
инициалы, фамилия

фундаменты

  
подпись, дата

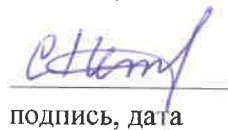
А.С. Савен  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

  
подпись, дата

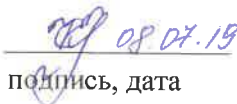
Е.Ю. Петрова  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

  
подпись, дата

Е.Ю. Петрова  
инициалы, фамилия

экономика строительства

  
подпись, дата

Е.В. Крешня  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

  
подпись, дата

А.В. Ласарова  
инициалы, фамилия