

**Курсовой проект
По дисциплине**

**«Проектирование систем электроснабжения»
Тема:
«Проектирование системы электроснабжения
завода по производству подъемно-
транспортных машин»**

Курсовой проект выполнил: Кусов Д. А.

Группа: 22-ЭЛ-1

Проверил(а): Асылжанова А. Б.



Целью курсового проекта по проектированию систем электроснабжения является разработка оптимальной схемы электроснабжения. В ходе выполнения проекта будут произведены различные методы расчета элементов системы электроснабжения, что включает в себя выбор и расчет силового электрооборудования, кабельных линий, защитных устройств и тд.

Правильно спроектированная система электроснабжения позволяет обеспечить бесперебойную работу всех потребителей электроэнергии, минимизировать затраты на эксплуатацию и избежать аварийных ситуаций.

Задачи и этапы выполнения курсового проекта

1. Сбор исходных данных:
 - Характеристика завода
 - Определение потребителей электроэнергии и их мощностей
2. Расчет электрических нагрузок:
 - Определение суммарной мощности потребителей
 - Расчет коэффициентов одновременности и спроса
3. Выбор и расчёт элементов системы:
 - Определение типа и сечения кабельных линий
 - Подбор трансформаторного оборудования
 - Расчет токов короткого замыкания
4. Проектирование схем защиты и автоматики:
 - Подбор защитных устройств (автоматических выключателей, предохранителей и т.д.)
 - Разработка схем электроснабжения

Исходные данные по электрическим нагрузкам сварочного цеха		
№ на плане	Наименование электроприемников	Вариант
		2
		Номинальная мощность $P_{ном}$, кВт
1,4	Сварочные преобразователи	22
2	Сварочный полуавтомат	18
3,9,13,16,41	Вентиляционные установки	9
5-7	Сварочные выпрямители	12,2
8,10	Токарные станки импульсной наплавки	10,5
11,12,14,15	Сварочные агрегаты	8,1
17,21,44,46	Кондиционеры	12
18-20	Электроды сопротивления	75
22-26,28	Слиткообдирочные станки	6,5
27,35, 37-39	Сверлильные станки	2,2
29	Кран-балка	10
30,34	Конвейеры ленточные	3
31-33,36	Обдирочно-шлифовальные станки	4
40	Сварочный стенд	8,7
42,43	Сварочные трансформаторы, кВА	32
45	Таль электрическая	3,5

Параметризация		
№ на плане	Наименование электроприемников	Вариант
		2
		Номинальная мощность $P_{ном}$, кВт
1,4	Сварочные преобразователи	22
2	Сварочный полуавтомат	18
3,9,13,16,41	Вентиляционные установки	9
5-7	Сварочные выпрямители	10,4
8,10	Токарные станки импульсной наплавки	11
11,12,14,15	Сварочные агрегаты	9,6
17,21,44,46	Кондиционеры	12
18-20	Электроды сопротивления	75
22-26,28	Слиткообдирочные станки	11
27,35, 37-39	Сверлильные станки	2,2
29	Кран-балка	10
30,34	Конвейеры ленточные	3
31-33,36	Обдирочно-шлифовальные станки	4
40	Сварочный стенд	8,7
42,43	Сварочные трансформаторы, кВА	32,3
45	Таль электрическая	3,5

В качестве примера был выбран завод «Грузоподъем». Компания «Грузоподъем» - один из крупнейших краностроительных заводов России и лучший экспортер 2023 года в сфере промышленности Республики Татарстан.

Приоритетом предприятия является выпуск эргономичного и функционального оборудования. Основная специализация - производство кранов мостового и козлового типа. Ежегодно предприятие отгружает порядка 1000 кранов, а также другое подъемно-транспортное оборудование. Краностроительный завод расположен в г. Казани. Совокупная площадь цехов составляет 17 000 м². В течение 2024-ого года на заводе было изготовлено более 2 000 единиц разногабаритных изделий, не считая объема отгруженных строп. Из них порядка 1000 единиц составили краны мостовые, консольные и козловые. Численность работающих около 300 человек. Филиалы компании представлены в 7 городах России и в Казахстане.

На предприятии осуществляется полный цикл работ:

1. Проектирование – начинается с анализа потребностей заказчика и условий будущей эксплуатации. На этом этапе подбираются материалы и закладываются решения, обеспечивающие надёжность и безопасность.

2. Изготовление – в производственных цехах изготавливаются металлоконструкции, производится сварка, обработка деталей, сборка узлов и механизмов.

3. Доставка – готовое оборудование упаковывается и транспортируется к месту эксплуатации.

4. Монтаж и пусконаладка – на объекте заказчика специалисты компании выполняют монтаж металлоконструкций, установку кранового оборудования, подключение электрооборудования и систем управления.

5. Сервисное обслуживание – включает регулярный технический осмотр, замену изношенных деталей, регулировку механизмов, диагностику электрики и автоматики.

Большинство электроприемников данного завода относится ко 2-ой категории электроснабжения. Следовательно, объект должен получать питание от двух независимых источников.

Для получения питания можно использовать ВЛ 110кВ от подстанции в Меновном.



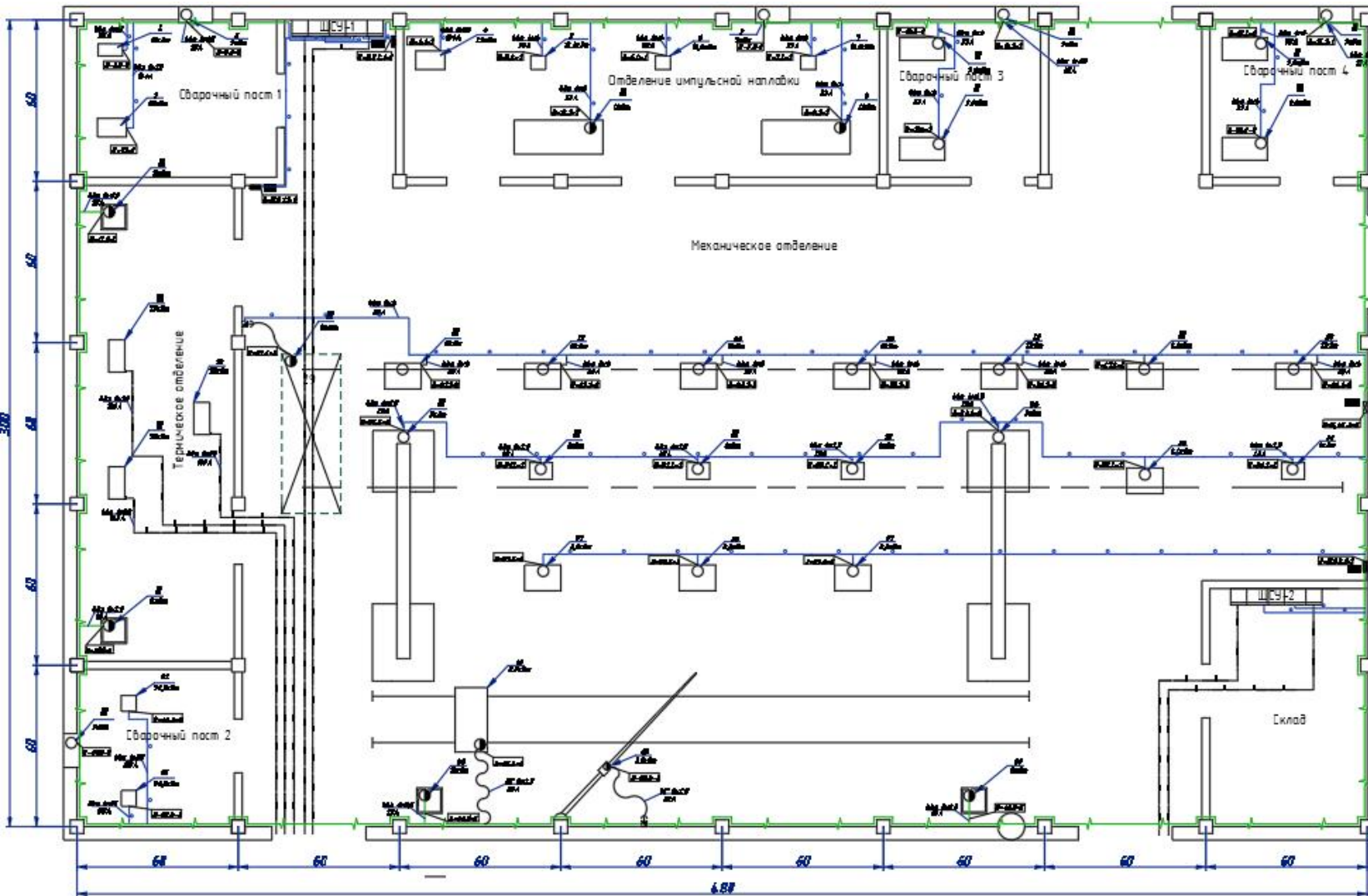
Электроснабжение завода осуществляется от ИП-110кВ по воздушным линиям длиной 6,2км. Все здания завода запитаны от двухтрансформаторных подстанций 6/0,4 кВ с электрощитовой кабелями, проложенных в траншеях. Отпаечных опор - 25шт., пролет - 250м

Распределительное устройство на стороне 6 кВ включает в себя ячейки комплектно распределительных устройств, с вакуумными выключателями. Схема главной понизительной подстанции включает в себя одну секционированную систему шин. В нормальном режиме секции работают раздельно.

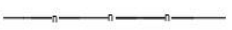
Питание потребителей низкого напряжения осуществляется от шести двухтрансформаторных подстанций с силовыми трансформаторами марки ТМ, с номинальной мощностью 1000 кВА.

Потребители 0,4 кВ запитаны от электрощитовой кабелем ВВГнг проложенным в трубах и открыто по кабельным конструкциям.

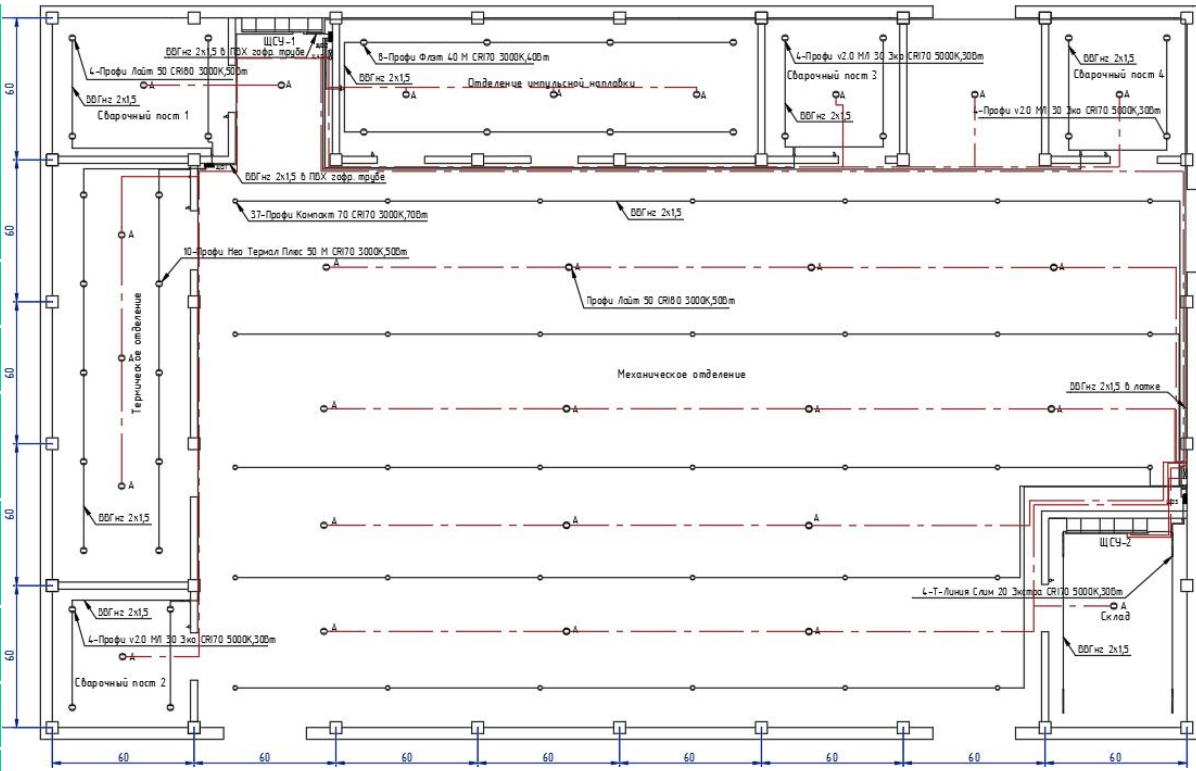
Расчет электрических нагрузок 0,4кВ

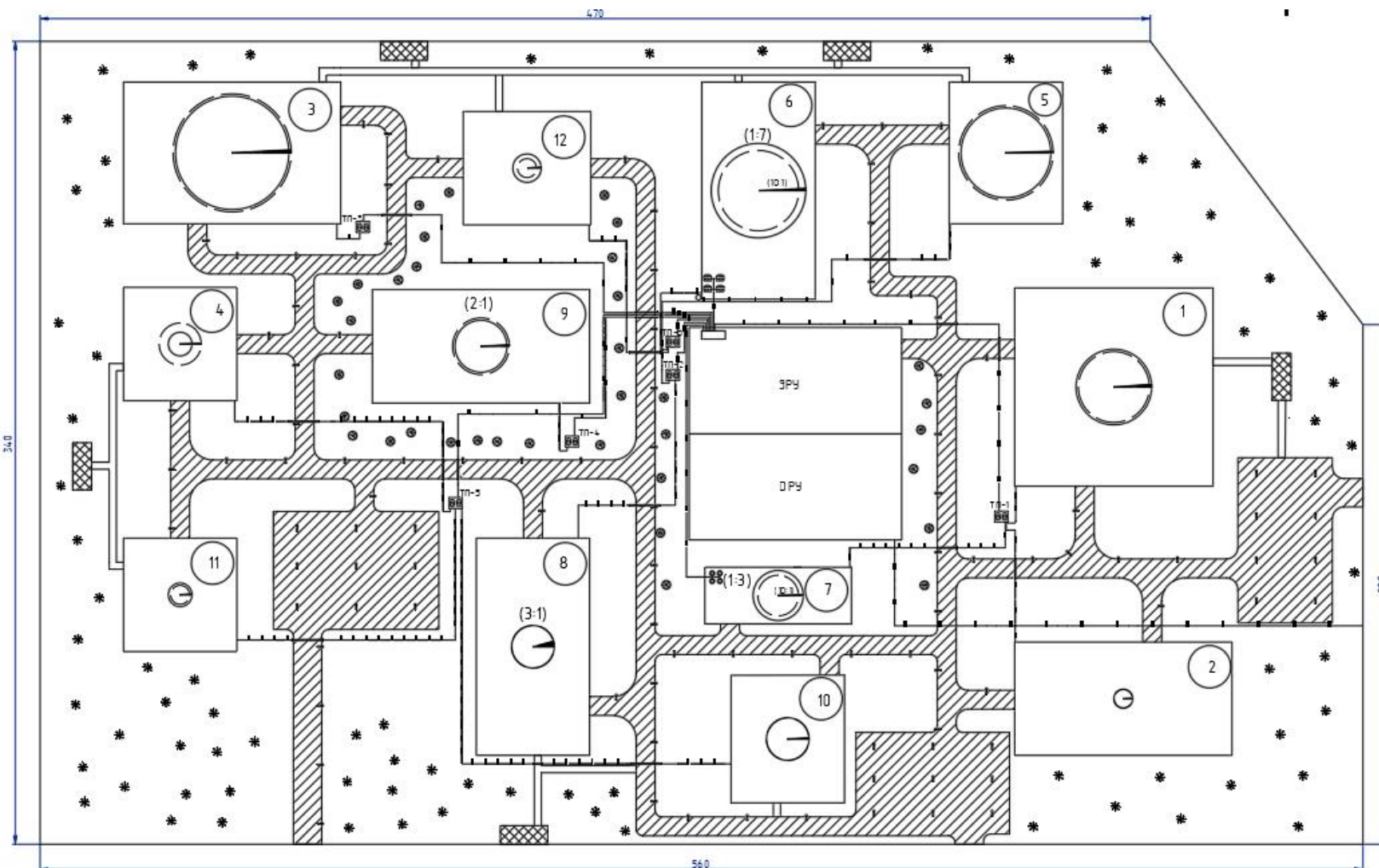


№	Наименование ЭП	Кол-во, шт	Рном, кВт
1,4	Сварочные преобразователи	2	22
2	Сварочный полуавтомат	1	18
3,9,13,16,41	Вентиляционные установки	5	9
5-7	Сварочные выпрямители	3	10,4
8,10	Токарные станки импульсной наплавки	2	11
11,12,14,15	Сварочные агрегаты	4	9,6
18-20	Электроды сопротивления	3	75
17,21,44,46	Кондиционеры	4	12
22-26,28	Слиткообдирочные станки	6	11
27,35,37-39	Сверлильные станки	5	2,2
29	Кран-балка	1	10
30,34	Конвейеры ленточные	2	3
31-33,36	Обдирочно-шлифовальные станки	4	4
40	Сварочный стел	1	8,7
42,43	Сварочные трансформаторы, кВА	2	32,3
45	Таль электрическая	1	3,5

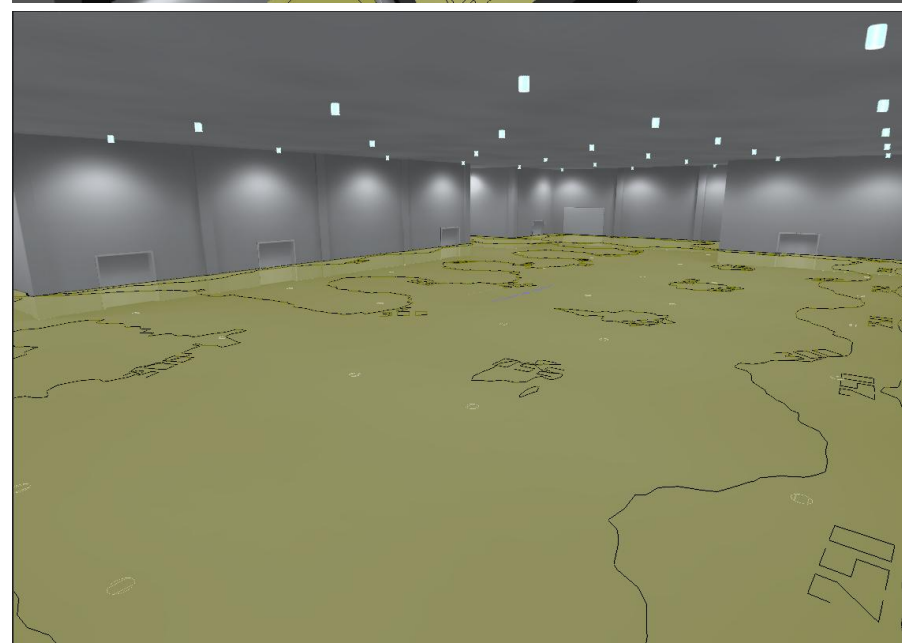
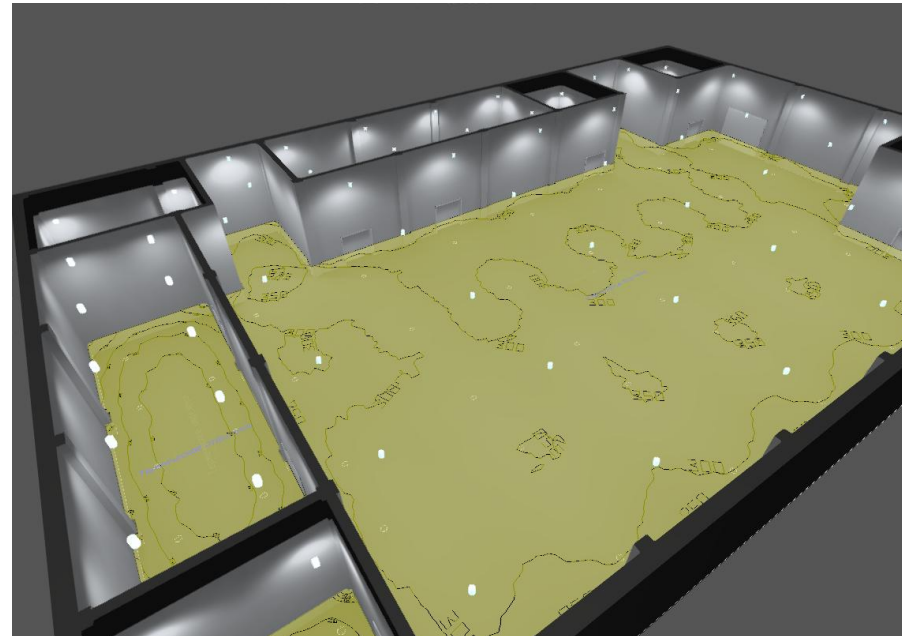
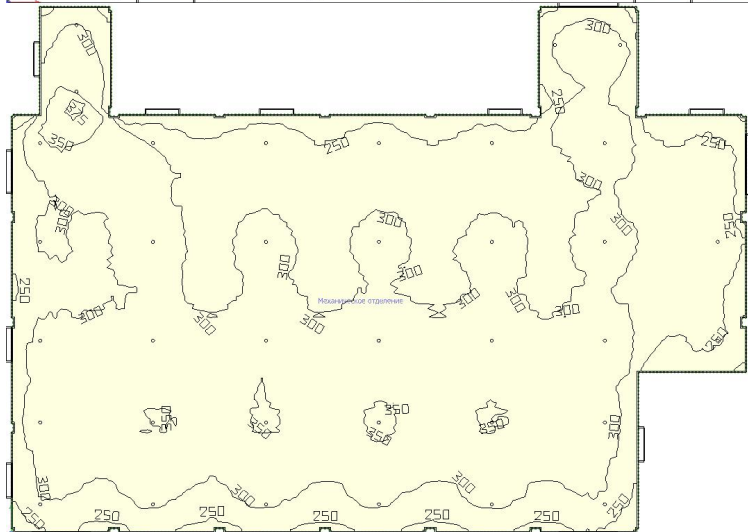
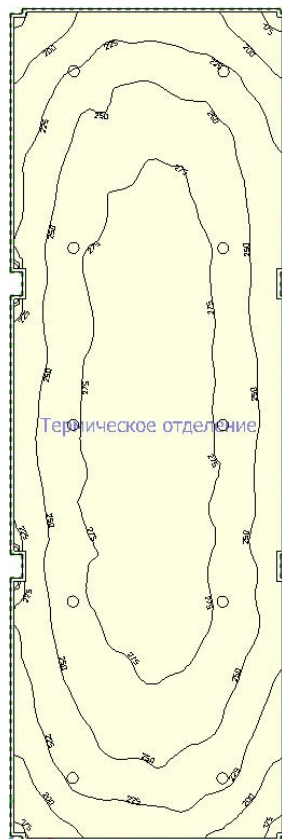
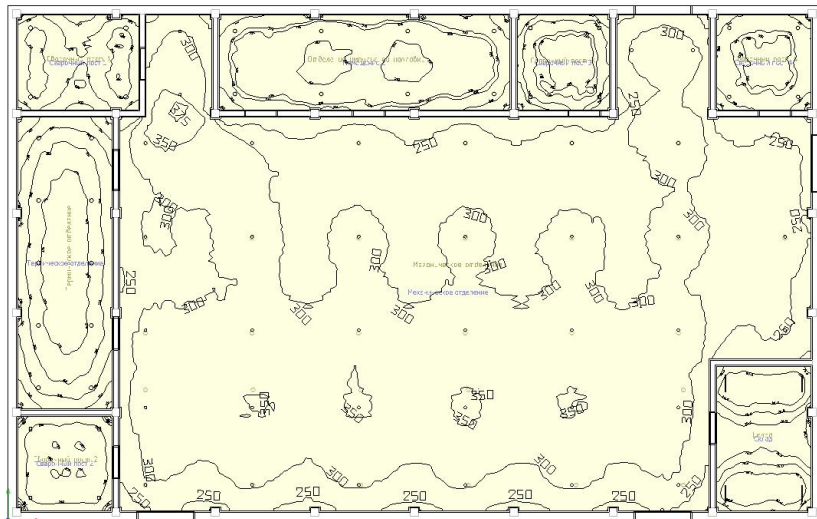
Обозначение	Прокладка кабеля
	Скрытая прокладка
	Скрытая прокладка в траншеях
	Скрытая прокладка в траншеях

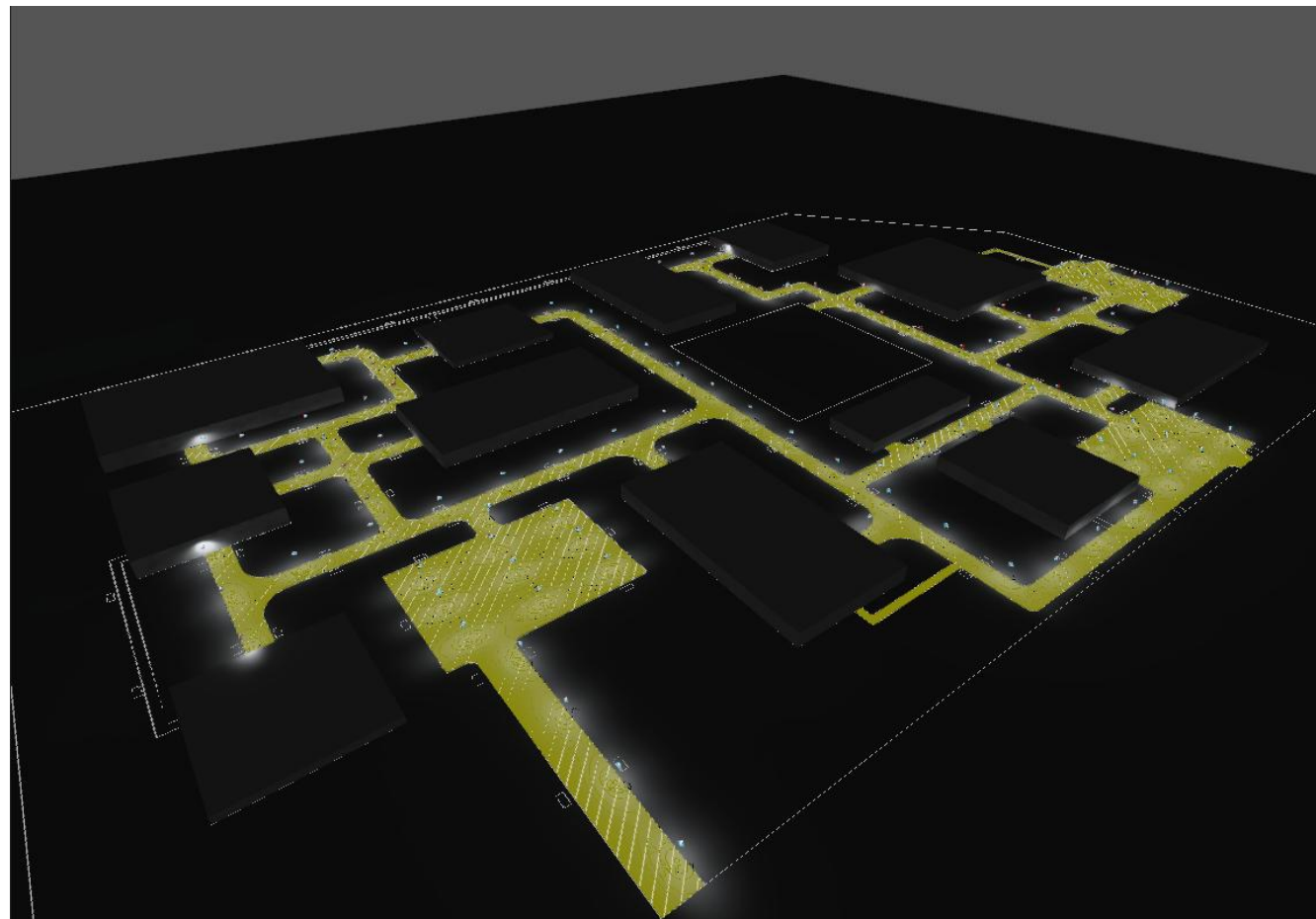
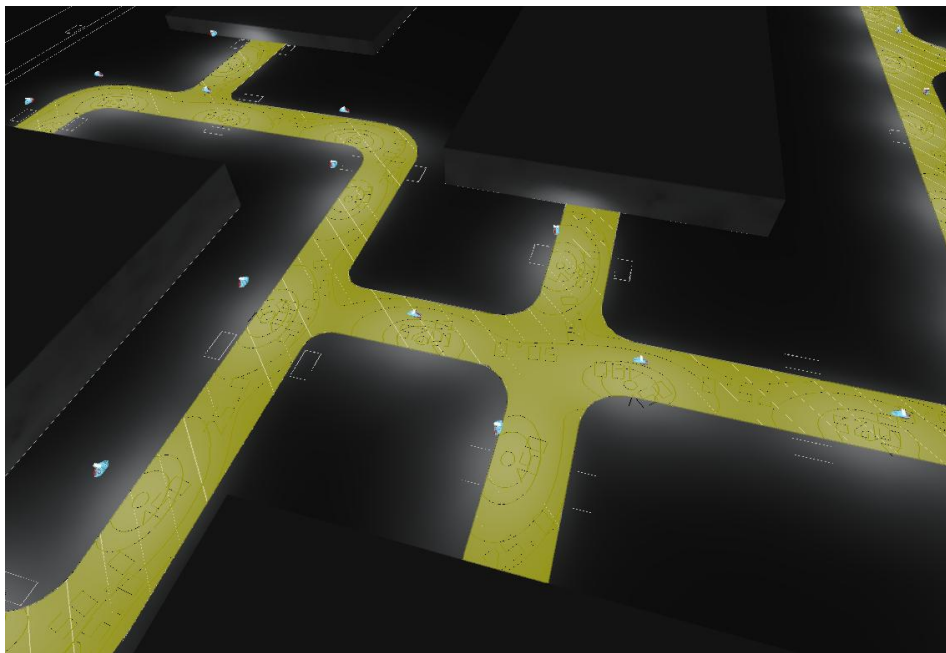
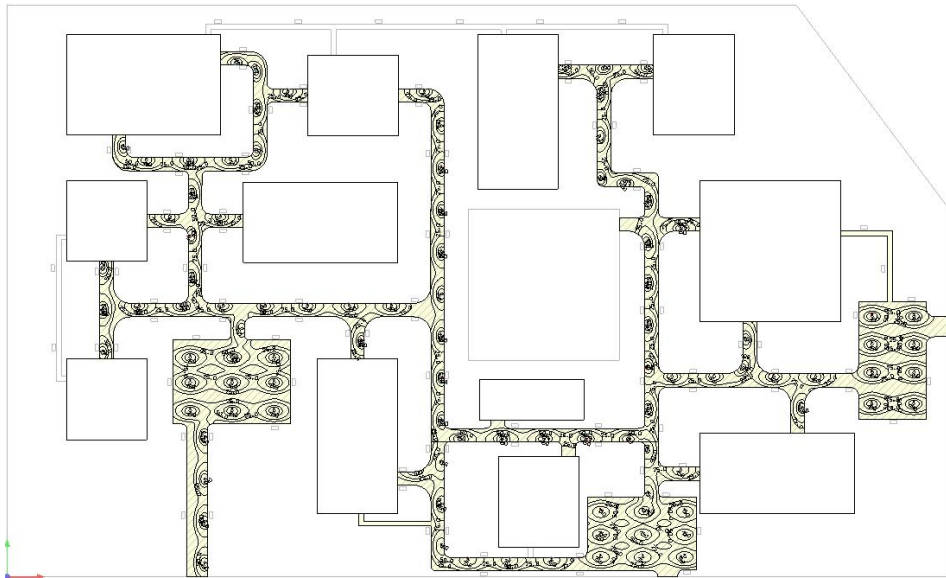
N пп	Наименование цеха	Длина А, м	Ширина В, м	Освещенность Е, лк	Тип светильника	Высота Н, м	Руд Вт/м2	Площадь S, м2	Кзап	Кспос а Кс	Мощность установл. Р уст, кВт	Мощность расчетн. активная Ррасч, кВт	Мощность расчетн. реактивная Qрасч, кВАр
1	Сборочный цех	84	84	150	Светодиодный	5,5	1,4	7056	1,5	0,7	10,0	10,50	5,09
2	Склады	92	48	75	Светодиодный	5	0,6	4416	1,3	0,5	2,70	1,76	0,85
3	Цех сборки электрических машин	92	60	150	Светодиодный	7	1,4	5520	1,5	0,8	7,92	9,50	4,60
4	Цех механического оборудования	48	48	150	Светодиодный	7	1,41	2304	1,5	0,7	3,24	3,40	1,65
5	Кузнечный цех	48	60	200	Светодиодный	6,0	2,19	2880	1,5	0,6	6,30	5,67	2,75
6	Литейный цех	48	92	150	Светодиодный	6,0	1,59	4416	1,5	0,7	7,00	7,35	3,56
7	Компрессорная	60	24	150	Светодиодный	5	1,50	1440	1,5	0,55	2,16	1,78	0,86
8	Цех наладки и автоматики	48	92	200	Светодиодный	6	1,94	3888	1,5	0,6	7,56	6,80	3,30
9	Термический цех	92	48	200	Светодиодный	6	2,06	4416	1,5	0,85	9,10	11,60	5,62
10	Сварочный цех	54	48	200	Светодиодный	6	1,94	2592	1,5	0,6	5,04	4,54	2,20
11	Административно-бытовой корпус	48	48	300	Светодиодный	3,5	2,60	2304	1,3	0,5	6,00	3,90	1,89
12	Сварочный цех(расч)	48	30	200	Светодиодный		0,00	1440			4,09	3,82	1,85
13	Освещение территории	2500	8	45	Светодиодный	4,5	5,10	20000	1,3	0,5	101,94	66,26	32,09





Номер	Наименование	Площадь	Ррасч, кВт
1	Сборочный цех	7056	838,2
2	Склады	4416	163,3
3	Цех сборки электрических машин	5520	1366,6
4	Цех механического оборудования	2304	564,0
5	Кузнечный цех	2880	1085,7
6	Литейный цех	4416	862,5
7	Компрессорная	1440	161,1
8	Цех наладки и автоматики	3888	160,6
9	Термический цех	4416	1325,9
10	Сварочный цех	2592	556,4
11	Административно-бытовой корпус	2304	285,2
12	Сварочный цех	1440	317,5







Выбранный трансформатор на ТП

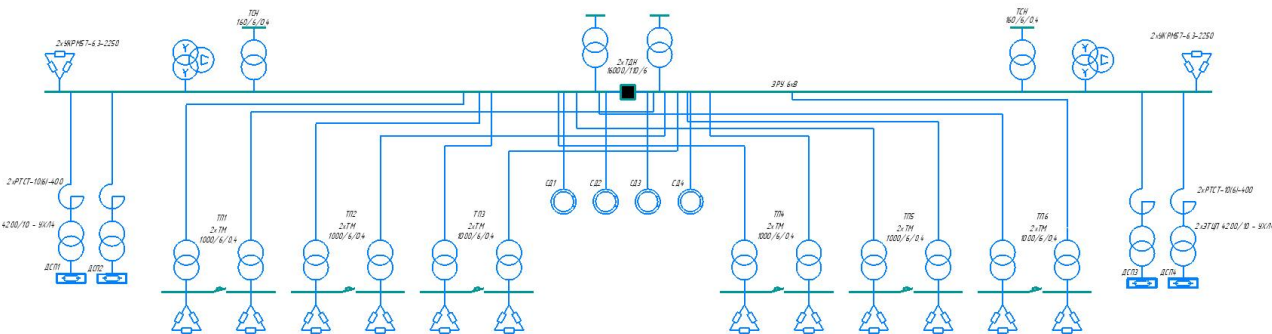
Тип трансформатора	S _{ном} МВА	U _к %	P _{кз} кВт	P _{хх} кВт	I _х %
ТМ-1000/6(10)/0,4	1000	5,5	10,2	1,55	1,8

Компенсирующие устройства ТП

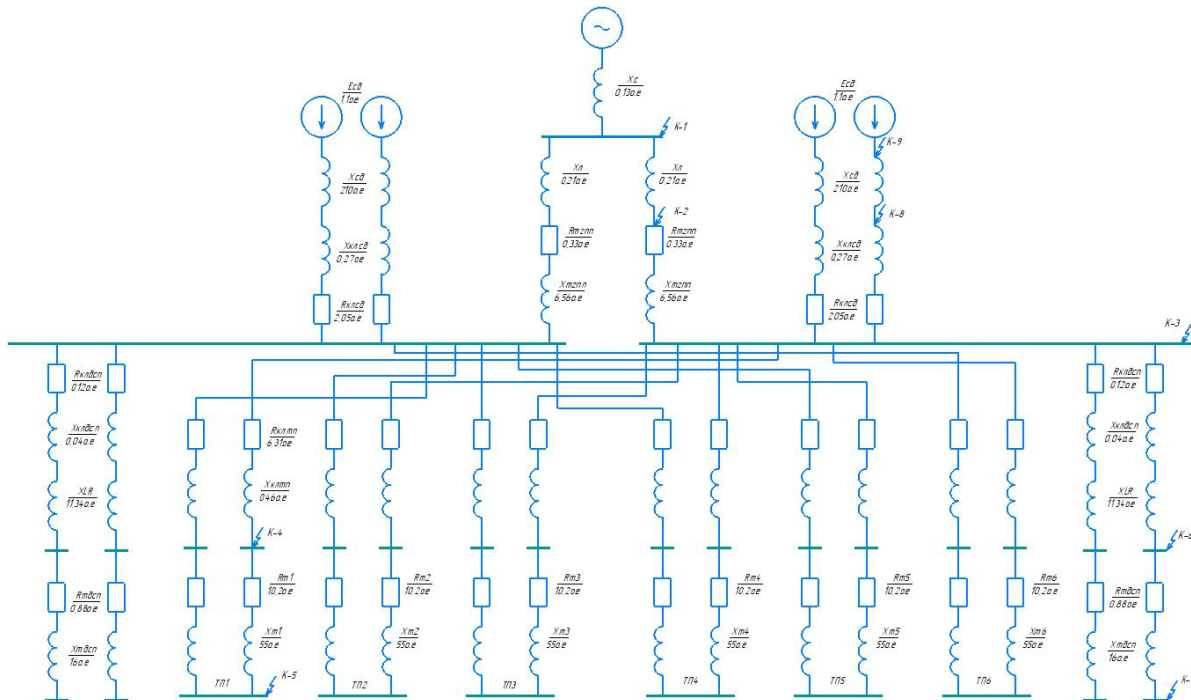
Номер ТП	Расчетная Q _p , кВАр	Тип и кол-во компенсир.устройств	Мощн. КУ, кВАр	Шаг регулирования	Габаритные размеры, мм (ДхШхВ)
ТП-1	1191,4	2хУКМ63-0,4-400-У3	800	8х50	600х475х1450
ТП-2	1264	2хУКМ63-0,4-450-У3	900	9х50	600х475х1850
ТП-3	1326,8	2хУКМ63-0,4-500-У3	1000	10х50	600х475х1450
ТП-4	1331,6	2хУКМ63-0,4-500-У3	1000	10х50	600х475х1450
ТП-5	1244,6	2хУКМ63-0,4-400-У3	800	8х50	600х475х1450
ТП-6	1135	2хУКМ63-0,4-400-У3	800	8х50	600х475х1450



ТМ-1000/6/0,4



Вариант 2. Отличается от первого тем, что мы не используем сдвоенный реактор и получаем только одну ЗРУ-6, а сами печи будут подключены напрямую к ЗРУ-6 с использованием одиночного реактора для каждой печи. Синхронные двигатели будут подключены напрямую к ЗРУ-6. Остальная распределительная сеть 6 кВ такая же как в первом варианте.



Периодическая составляющая :

Апериодическая составляющая : $i_a = \sqrt{2} \times I_{по}$

Ток ударный : $I_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{по} \cdot K_{уд}$

Ток полный: $i_{kt} = \sqrt{i_a^2 + I_{по}^2}$

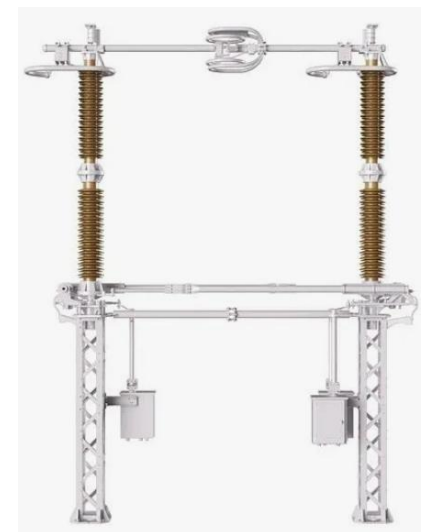
	К-1	К-2	К-3	К-4	К-5	К-6	К-7	К-8	К-9
Хрез	0,13	0,3	6,9	7,4	-	18,3	34,3	7,2	217,17
Zрез	-	-	-	-	0,031	-	-	-	-
Iпо	40	14,9	14,5	13,6	7,6	5,0	2,7	12,8	0,4
Iy	91,0	34,0	40,3	38,4	12,1	11,4	6,1	29,1	1,0
Iy.д	52,8	19,7	19,1	18,0	7,7	6,6	3,5	16,9	0,6
iao	56,6	21,1	20,5	19,3	10,7	7,1	3,8	18,1	0,6
S"	7958	2970,7	144,9	135,8	32668,5	54,7	29,2	139,4	4,6

Оборудование	110кВ
Высоковольтный выключатель	ВГТ-УЭТМ-110
Высоковольтный разъединитель	РНДЗ-110/3150
Трансформатор тока	ТРГ-УЭТМ-110
Трансформатор напряжения	ЗНОГ-110
ОПН	ОПН-П1-110/83/10/2 УХЛ1
Гибкая шина	АС 150/24

ВГТ-УЭТМ-110



РНДЗ-110/3150



ТРГ-УЭТМ-110



ЗНОГ-110

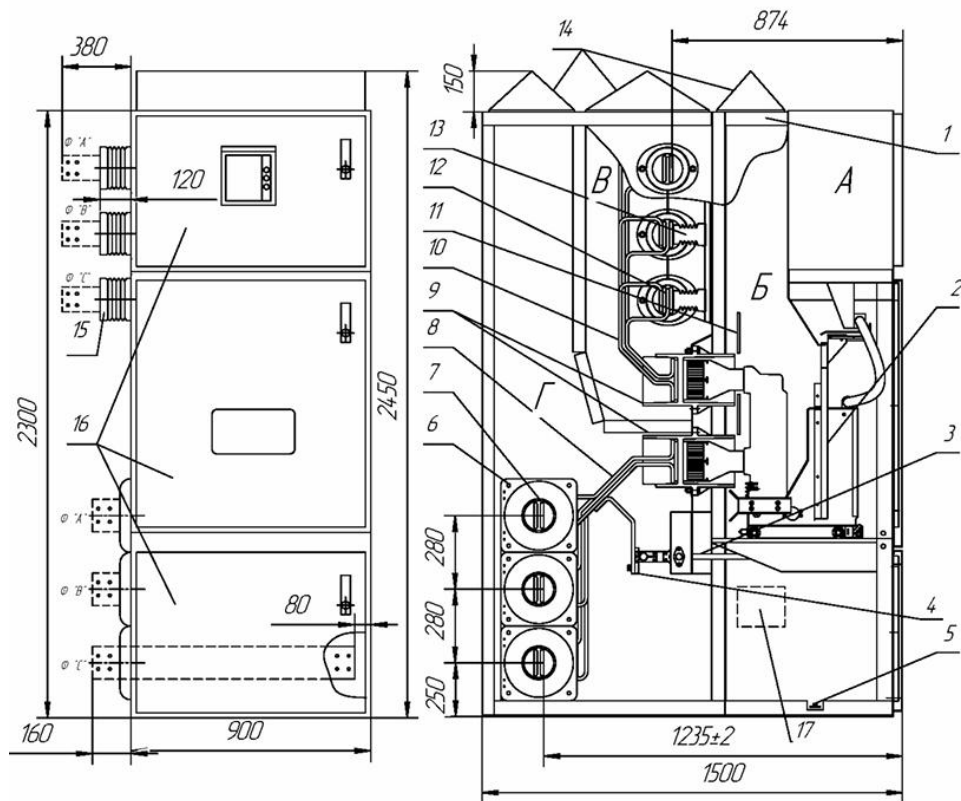


ОПН-П1-110



АС 150/24





А - релейный отсек; Б - отсек выдвижного элемента; В отсек сборных шин; Г - отсек трансформаторов тока и линейных шин.
 1 - каркас; 2 - Выдвижной элемент; 3- заземлитель; 4 - контакт; 5 - шина заземления магистральная; 6 - трансформатор тока; 7 - шины линейные; 8 - отпайки линейных шин; 9 - втулка; 10 - отпайки сборных шин; 11 - механизм шторный; 12 - шины сборные; 13- изолятор; 14 - клапаны; 15 - втулка; 16 - двери; 17 вентилятор (только для 4000А).

выключатель вакуумный (рекомендован к применению вакуумный выключатель серии ВРС);
 трансформаторы тока типов: ТЛО, ТОЛ; ТЛШ, ТЛП;
 трансформаторы напряжения типов: ЗНОЛП, НОЛП;
 трансформатор собственных нужд ТСКС-40, ТСКС-63;
 конденсаторы: КЭК или КЭП;
 ограничители перенапряжения ОПН;
 трансформаторы тока защиты кабелей типа ТЗЛМ;
 предохранители силовые (патроны): ПКТ и др.

Наименование параметра	КУ-6С
Номинальное напряжение, кВ	6
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	7,2
Номинальный ток главных соединений, А	630; 1 000; 1 250; 1 600; 2 000; 3 150; 4 000
Номинальный ток сборных шин, А	1 000; 1 600; 2 000; 3 150; 4 000
Номинальный ток отключения выключателей, кА	40
Ток термической стойкости, кА (3 с)	40
Ток электродинамической стойкости, кА	102
Номинальное напряжение вспомогательных цепей переменного тока, В	220
Номинальное напряжение вспомогательных цепей постоянного (выпрямленного) тока, В	220
Габаритные размеры, мм	
- ширина	750; 900
- глубина	1400; 1500
- высота	2300
Масса, кг	800-1200

Оборудование	6кВ
Высоковольтный выключатель	ВРС-6
Высоковольтный разъединитель	РВРЗ-6/2000 УХЛ2
Трансформатор тока	ТОЛ-СВЭЛ-6М 10Р/2000/5 УХЛ2
Трансформатор напряжения	ЗНОЛП-СВЭЛ-6М УХЛ2
ОПН	ОПНп-6/7,2/10/400 УХЛ1
Жесткие медные шины	100x8

ВРС-6



РВРЗ-6/2000 УХЛ2



ТОЛ-СВЭЛ-6М
10Р/2000/5 УХЛ2



ЗНОЛП-СВЭЛ-6М УХЛ2



ОПНп-6/7,2/10/400
УХЛ1



Медные шины 100x8



Оборудование	0,4кВ
Автоматический выключатель	CHINT NA1-2000-1250M/3P
Предохранитель	ПН2-250
Кабель	ВВГнг 4х25

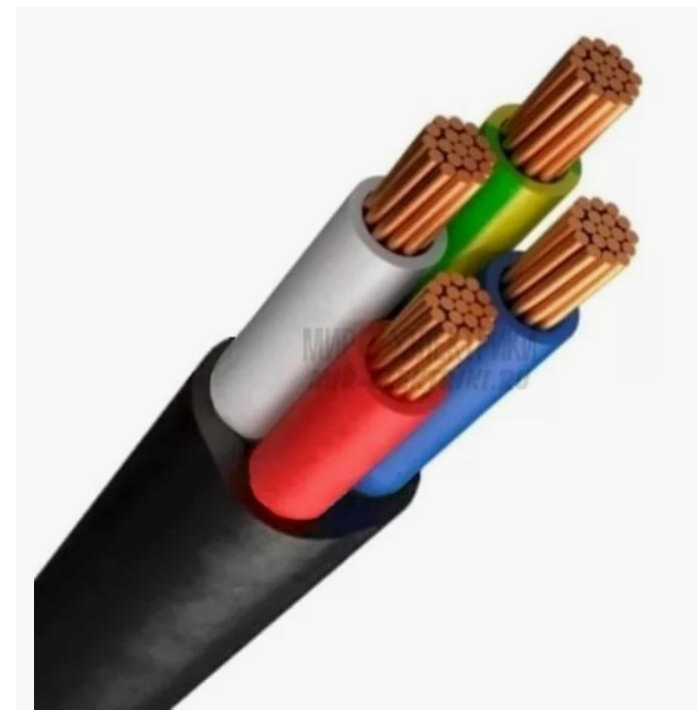
CHINT NA1-2000-1250M/3P



ПН2-250



ВВГнг 4х25



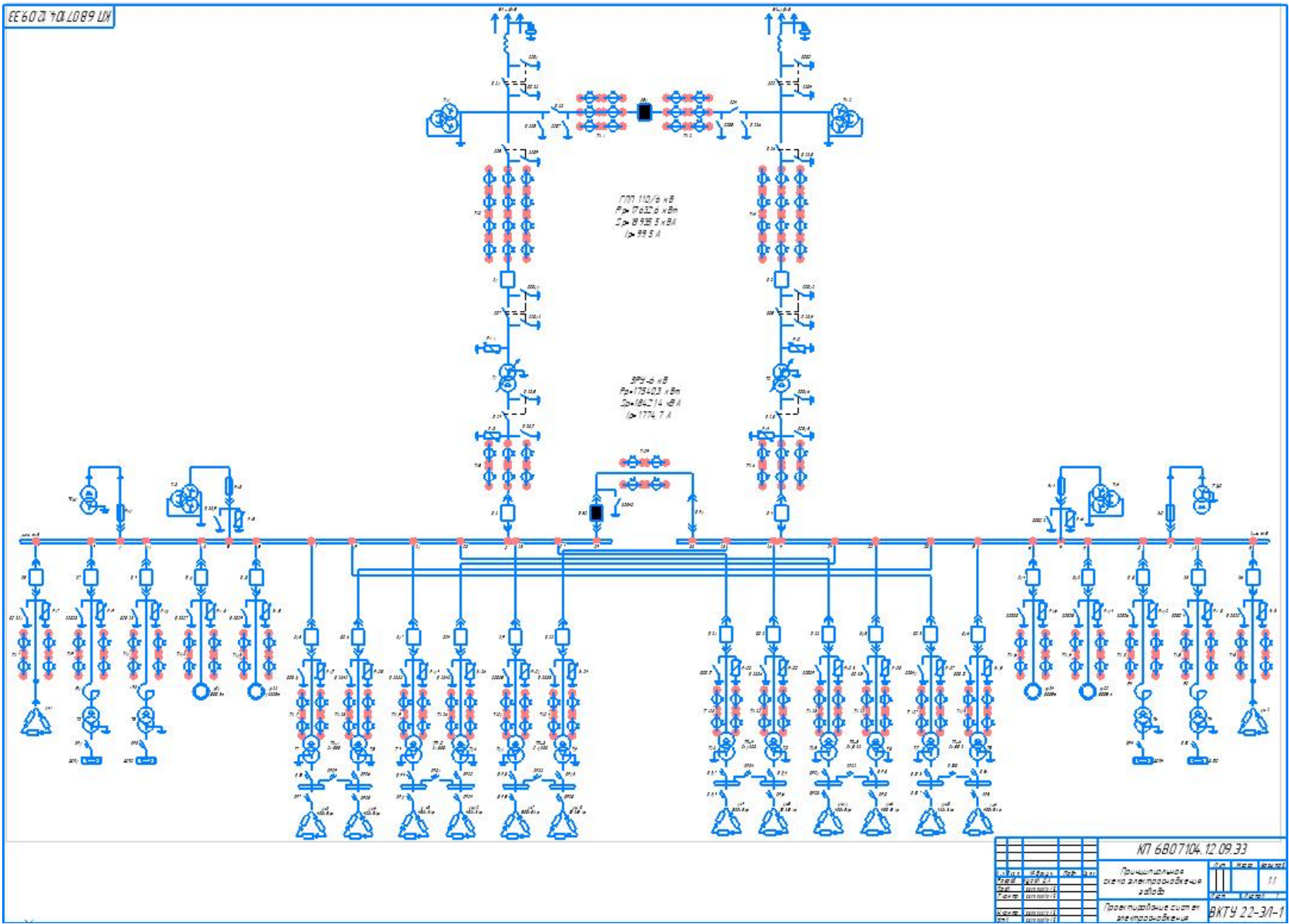
Вторичные нагрузки ТТ

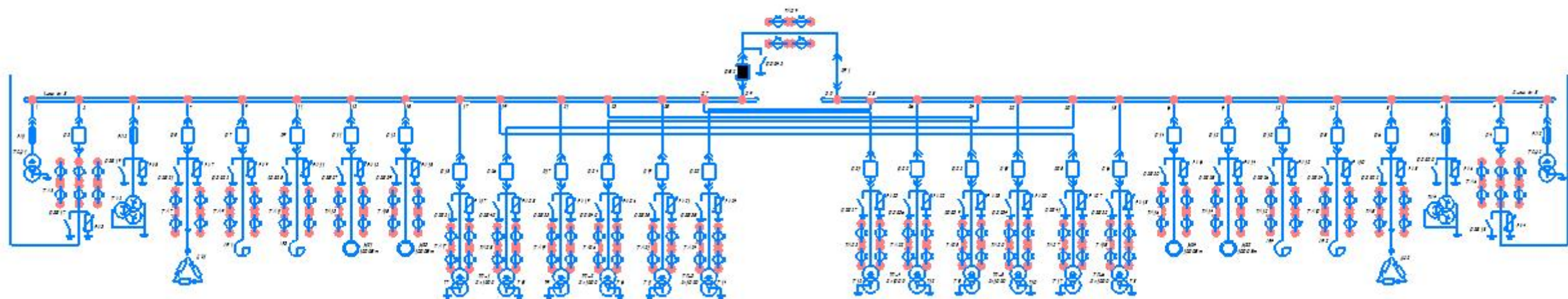
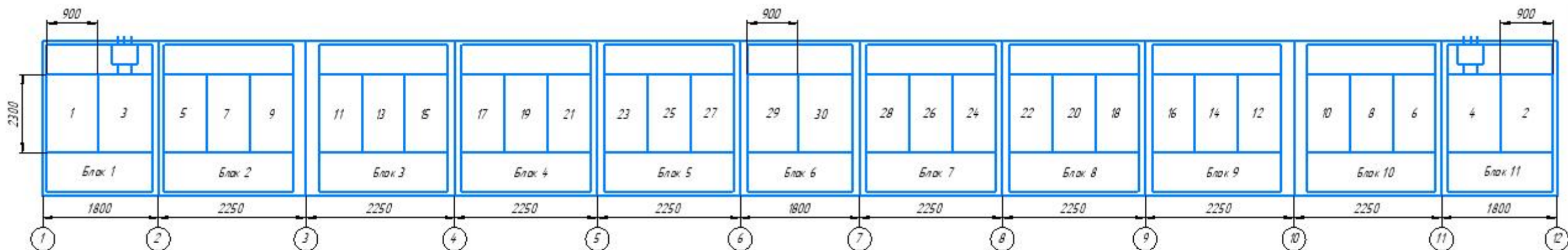
Наименование прибора	Тип	Нагрузка по фазам		
		А	Б	С
Амперметр	СА3021-5-3	2,5	2,5	2,5
Ваттметр	СР3021-5	2,5	2,5	2,5
Варметр	СТ3021-5	-	2,5	2,5
Счётчик активной и реактивной энергии	Меркурий 234 ARTMX2-03 PBR.R	3	3	3
Итого		8	10,5	10,5

Нагрузка вторичных цепей ТН

Наименование прибора	Тип	Нагрузка по фазам		
		А	Б	С
Вольтметр	ИНС-Ф1	3	3	3
Ваттметр	СР3021-5	2,5	2,5	2,5
Варметр	СТ3021-5	-	2,5	2,5
Счетчик активной энергии	Меркурий 234 ARTMX2-03 PBR.R	3	3	3
Итого		8,5	11	11

Принципиальная схема электроснабжения предприятия





Спасибо за внимание!

Курсовой проект выполнил: Кусов Д. А.

Группа: 22-ЭЛ-1

Проверил(а): Асылжанова А. Б.

