

**«Проектирование системы  
электроснабжения производственного  
цеха машиностроительного завода»**

# **Актуальность работы, цель и задачи**

машиностроительного завода необходимо разработать проект его системы электроснабжения.

Объектом исследования является производственный цех машиностроительного завода.

Предметом исследования является производственный цех машиностроительного завода.

Цель работы разработать проект системы электроснабжения производственного цеха машиностроительного завода

В соответствии с поставленной целью определены следующие задачи:

- привести краткую характеристику цеха
- рассчитать системы освещения цеха
- рассчитать электрические нагрузки
- выбрать силовые трансформаторы и компенсирующие устройства
- рассчитать внешнее электроснабжение цеха
- выбрать проводники
- выбрать аппараты защиты
- рассчитать капиталовложения в проект
- рассчитать издержки

# Расчет освещения цеха

Число осветительных приборов и рядов осветительных приборов по длине помещения составляет:

$$N_A = \frac{A}{L};$$
$$N_A = \frac{20}{4} = 5 \text{ рядов};$$
$$N_B = \frac{B}{L}$$
$$N_B = 30 / 4 = 7,5,$$

принимается  $N_B = 7$  рядов.

Общее количество осветительных приборов равно:

$$N = N_A \cdot N_B$$
$$N = 5 \cdot 7 = 35 \text{ светильников.}$$

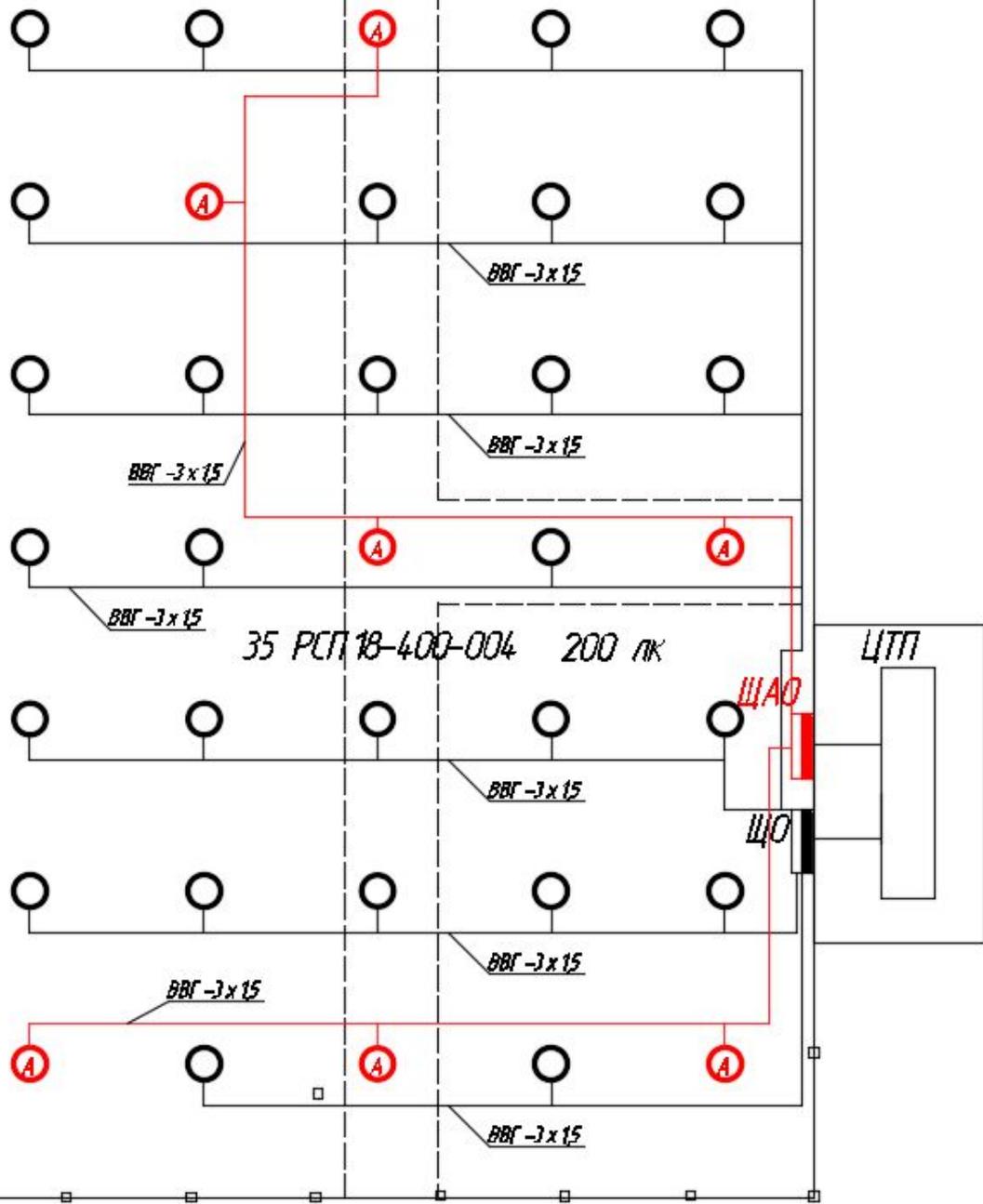
Необходимый световой поток ламп в каждом осветительном приборе составляет:

$$\Phi = \frac{E_H \cdot k_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta} \quad \Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot (30 \cdot 20) \cdot 1,15}{35 \cdot 0,504} = 23469 \text{ лм}$$

Для определения  $\eta_n$  находится индекс помещения  $i$ :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad i = \frac{30 \cdot 20}{3,2 \cdot (30 + 20)} = 3,75$$

# Осветительные сети цеха



# Расчет нагрузок

В качестве примера расчета приведем расчет для электроприемника №1 (наждачный станок) с параметрами:  $P_{ном} = 7,5$  кВт. Для потребителей электроэнергии, которые работают в длительном режиме:

$$Kз = \frac{P_{уст}}{P_{ном} \cdot \eta} = \frac{5}{7,5 \cdot 0,88} = 0,76$$

$$P_{м1} = Kз \cdot P_{ном} = 0,76 \cdot 7,5 = 5,7 \text{ кВт}$$

$$\text{tg} \varphi_{ном} = \text{tg}(\arccos(\cos \varphi_{ном})) = 0,59$$

$$Q_{м1} = P_{м1} \cdot \text{tg} \varphi_{ном} = 5,7 \cdot 0,59 = 3,39 \text{ квар}$$

$$I_{м1} = \sqrt{P_{м1}^2 + Q_{м1}^2} / \sqrt{3} \cdot U_{н} = \sqrt{5,7^2 + 3,39^2} / \sqrt{3} \cdot 0,38 = 10,14$$

На II уровне расчетную нагрузку необходимо определять методом упорядоченных диаграмм.

Рассчитывается среднесменная мощность каждого потребителя электроэнергии:

$$P_{смi} = K_{ui} \cdot P_{Mi}$$

$$Q_{mi} = P_{смi} \cdot \text{tg} \varphi_{Mi}$$

# Выбор трансформаторов

Выбор мощности силового трансформатора выполняется по расчетной мощности ( $S_{\text{МIII}}$ )

$$S_{\text{НОМТ}} \geq \frac{S_{\text{МIII}}}{N \cdot K_3} = \frac{1314,22}{2 \cdot 0,7} = 938,73$$



Параметры выбранных силовых трансформаторов

Тип	СНОМТ, кВА	Uнн, кВ	ΔРхх, кВт	ΔРкз, кВт	іхх, %	Uкз, %
ТМ 1000/10	1000	9,4	1,9	11,6	1,15	5,5

# Выбор компенсирующих устройств

Определение мощности компенсирующих устройств в сети напряжением 10 кВ.

$$Q_{10} = Q_{KV} + \Delta Q_T \cdot N_T$$

где  $\Delta Q_T$  – потери реактивной мощности в трансформаторе цеховой ТП.

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{XX} + K_3^2 \cdot \Delta Q_P$$

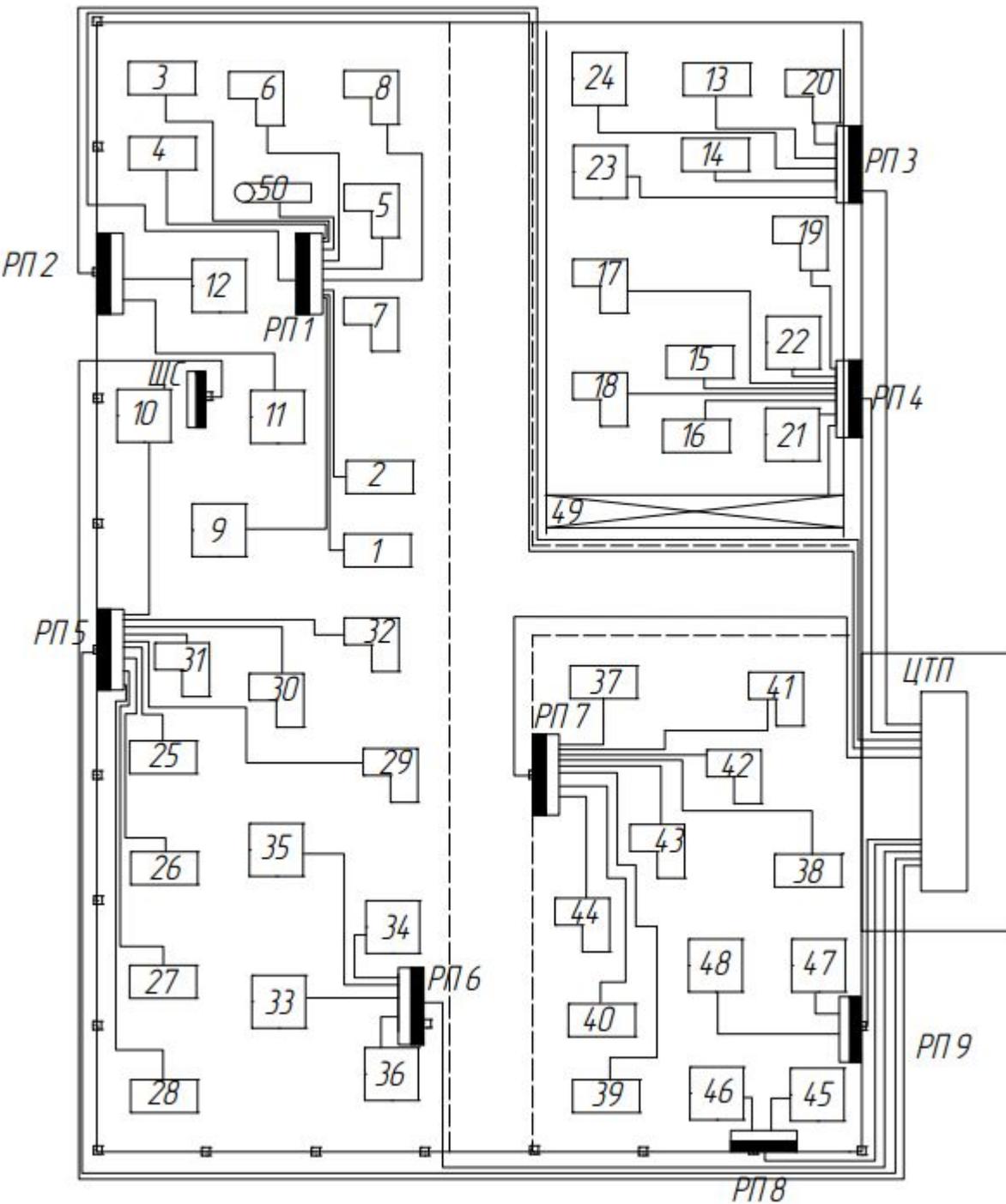
$$\Delta Q_{XX} \text{ мС} \cdot \frac{i_{XX} \%}{100} = 1000 \cdot \frac{1,15}{100} \cdot 1,5$$

$$\Delta Q_P \text{ мС} \cdot \frac{U_{K3} \%}{100} = 1000 \cdot \frac{5,5}{100} \cdot 5$$

$$\Delta Q_T = \Delta Q_{XX} + K_3^2 \cdot \Delta Q_P = 11,5 + 0,7^2 \cdot 55 = 38,45$$

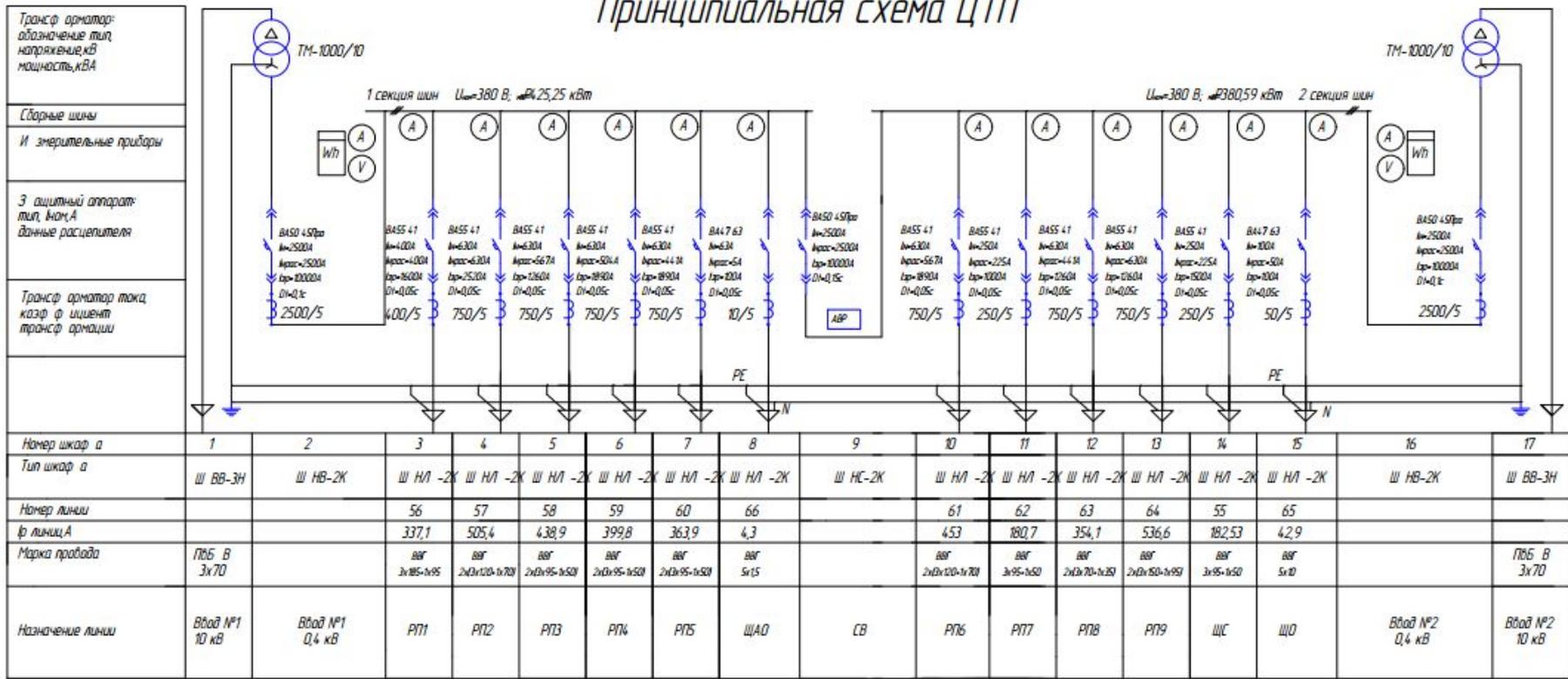
$$Q_{10} = Q_{KV} + \Delta Q_T \cdot N_T = 775,31 + 38,45 \cdot 2 = 852,21$$

Выбираем компенсирующую установку ВАРНЕТ-Н-10-5-150,  $Q_{уст} = 750 \text{ квар}$



# Силовые сети цеха

# Принципиальная схема ЦТП



Номер шкафа а	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Тип шкафа а	Ш ВВ-3Н	Ш НВ-2К	Ш НЛ -2К	Ш НЛ -2К	Ш НС-2К	Ш НЛ -2К	Ш НЛ -2К	Ш НЛ -2К	Ш НЛ -2К	Ш НЛ -2К	Ш НЛ -2К	Ш НВ-2К	Ш ВВ-3Н				
Номер линии			56	57	58	59	60	66		61	62	63	64	55	65		
ф линии, А			337,1	505,4	438,9	399,8	363,9	4,3		453	180,7	354,1	536,6	182,53	42,9		
Марка провода	ПВБ В 3х70		ВВ 3х185-1х95	ВВ 2х120-1х70	ВВ 2х135-1х50	ВВ 2х135-1х50	ВВ 2х135-1х50	ВВ 5х15		ВВ 2х120-1х70	ВВ 3х95-1х50	ВВ 2х120-1х70	ВВ 2х135-1х50	ВВ 3х95-1х50	ВВ 5х10		ПВБ В 3х70
Назначение линии	Ввод №1 10 кВ	Ввод №1 0,4 кВ	РП1	РП2	РП3	РП4	РП5	ЩА0	СВ	РП6	РП7	РП8	РП9	ЩС	Щ0	Ввод №2 0,4 кВ	Ввод №2 10 кВ

## Схема питающей электрической сети

нагрузка	участок сети	тип кабеля	сечение	кабель, провод		труба		распределительное устройство		
				обозначение	длина, м	обозначение	длина, м	обозначение	длина, м	обозначение
1 секция шин	В450-49тн	ВВ	3х70	100				Ввод №1 от КТП		
	В455-41	W-56	ВВ	3х185-1х95	516	РП-1	158,1	337,1	РП-1	
	В455-41	W-57	ВВ	2х120-1х70	6302	РП-2	205,79	505,4	РП-2	
	В455-41	W-58	ВВ	2х135-1х50	2762	РП-3	249,81	438,9	РП-3	
	В455-41	W-59	ВВ	2х135-1х50	1632	РП-4	198,07	399,8	РП-4	
	В455-41	W-60	ВВ	2х135-1х50	4302	РП-5	163,39	363,9	РП-5	
	В44.7-63	W-66	ВВ	5*15	12	ЩА0	2,4	4,3	ЩА0	
	В450-49тн									
2 секция шин	В455-41				2х120-1х70	4588	РП-6	272,79	453	РП-6
	В455-41	W-61	ВВ	3х95-1х50	2684	РП-7	92,75	180,7	РП-7	
	В455-41	W-62	ВВ	2х120-1х70	2301	РП-8	14,2	35,1	РП-8	
	В455-41	W-63	ВВ	2х135-1х50	3538	РП-9	218,5	536,6	РП-9	
	В455-41	W-64	ВВ	3х95-1х50	4832	ЩС	50,7	182,53	ЩС	
	В44.7-63	W-55	ВВ	5*10	12	Щ0	2,4	42,9	Щ0	
	В450-49тн	W-65	ВВ	3х70	100				Ввод №2 от КТП	

## Схема распределительной электрической сети (для РП1)

нагрузка	участок сети	тип кабеля	сечение	кабель, провод		труба		распределительное устройство	
				обозначение	длина, м	обозначение	длина, м	обозначение	длина, м
РП-1	В455-41	W-56	ВВ	3х185-1х95	516			Ввод от ЦТП	
	РП-2-100	W-1	ВВ	4х15	21,28	75	15,4	Напольный шкаф	
	РП-2-200	W-2	ВВ	4х25	17,28	11	21,95	Напольный шкаф	
	РП-2-200	W-3	ВВ	3х6-1х4	20,72	18,5	37,58	Напольный шкаф	
	РП-2-200	W-4	ВВ	3х6-1х4	16,72	18,5	37,58	Напольный шкаф	
	РП-2-350	W-5	ВВ	3х16-1х10	9,88	30	60,29	Крышное-уличное устройство	
	РП-2-350	W-6	ВВ	3х16-1х10	14,72	30	60,29	Крышное-уличное устройство	
	РП-2-350	W-7	ВВ	3х25-1х16	9,38	45	84,42	Крышное-уличное устройство	
	РП-2-600	W-8	ВВ	3х35-1х25	15,88	95	102,06	Крышное-уличное устройство	
	РП-2-600	W-9	ВВ	3х50-1х25	21,02	75	138,42	Стекло-пл. крышное устройство	
РП-2-600	W-50	ВВ	4х15	8,72	15	4,16	Крышное-уличное устройство		

# Расчет капиталовложений в проект

Наименование	Ед. изм.	Кол-во	Стоимость оборудования		Монтажные работы	
			Стоимость за ед. руб.	к <sub>1</sub> , руб.	Стоимость за ед. руб.	Монтаж ИТОГО, руб.
Цеховая ТП 2хКТП-1000/10/0,4	шт.	1	677730	677730	680000	680000
Силовые трансформаторы ТМ-1000/10/0,4	шт.	2	385000	770000	60000	120000
Пункты распределительные ПР8501	компл	9	80000	720000	8000	72000
Светильники РСП18-400-004	шт.	35	3200	112000	2300	80500
Лампа ДРЛ-400	шт.	35	400	14000	-	
Щиты освещения	шт.	2	6800	13600	5000	10000
Кабель ВВГ 3*1,5	м	300	38	11400	90	27000
Кабель ВВГ 4*1,5	м	124	56	6944	90	11160
Кабель ВВГ 4*2,5	м	41	74	3034	90	3690
Кабель ВВГ 3*6+1*4	м	93	187	17391	130	12090
Кабель ВВГ 3*10+1*6	м	100	261	26100	130	13000
Кабель ВВГ 3*16+1*10	м	155	437	67735	130	20150
Кабель ВВГ 3*25+1*16	м	48	705	33840	130	6240
Кабель ВВГ 3*35+1*25	м	57	888	50616	200	11400
Кабель ВВГ 3*50+1*25	м	82	1313	107666	200	16400
Кабель ВВГ 3*70+1*35	м	129	1639	211431	200	25800
Кабель ВВГ 3*95+1*50	м	330	2231	736230	200	66000
Кабель ВВГ 3*120+1*70	м	218	2810	612580	360	78480
Кабель ВВГ 3*150+1*95	м	72	3315	238680	360	25920
Кабель ВВГ 3*185+1*95	м	51,6	5314	274202	360	18576
				4705179		1298406

# ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В выпускной квалификационной работе разработан проект системы электроснабжения производственного цеха машиностроительного предприятия.

В первой главе ВКР приведена краткая характеристика цеха. Представлена ведомость электрооборудования, которое установлено в цехе, его технические характеристики. Приведен план производственного цеха. Выполнен расчет электроосвещения цеха. Выбраны для освещения цеха 35 светильников РСР18-400-004 с лампами ДРЛ. Проведен расчет нагрузок для различных уровней системы электроснабжения цеха.

Во второй главе ВКР выбраны силовые трансформаторы в цеховой ТП производственного цеха. Приняты к установке два силовых трансформатора ТМ-1000/10. Для компенсации реактивной мощности выбирается компенсирующая установка ВАРНЕТ-Н-10-5-150 мощностью 750квар. Установка УКРМ производится на шинах 10 кВ ГПП. Цеховая ТП подключается от ГПП предприятия кабельной линией ПвБВ-3х70. На стороне 10 кВ цеховой ТП приняты к установке ячейки К-63 с вакуумными выключателями ВВ/TEL-10-20/630 У2. Рассчитаны токи короткого замыкания. Выбраны проводники в системе внутрицехового электроснабжения – кабели ВВГ различных сечений. Защита электроприемников в цеховой электрической сети от КЗ выполняется плавкими предохранителями ПР2. Защита линий до шкафов РП выполняется автоматическими выключателями ВА55. В качестве вводного автоматического выключателя в ТП применяются автоматические выключатели ВА50-45Про. Также выбраны типы щитов РП – приняты шкафы серии ПР8500. Для управления электродвигателями электрооборудования применяются магнитные пускатели серии ПМЛ.

В третьей главе ВКР рассчитана стоимость внедрения проекта. Стоимость электрооборудования в системе электроснабжения предприятия составляет 4705179 руб. Стоимость монтажных работ составляет 1298406 руб. Стоимость проектирования системы электроснабжения производственного цеха машиностроительного завода составляет 470518 руб.

Суммарная стоимость внедрения системы электроснабжения производственного цеха машиностроительного завода составляет 6474103 руб. Издержки на эксплуатацию системы электроснабжения производственного цеха машиностроительного завода равны 722604 руб. / год.

Также в данной главе разработаны мероприятия по охране труда.

***СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!***