

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

Шайбекқызы Нұрхафиза

Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

6B07101– Энергетика

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева» Институт энергетики и машиностроения	ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ Заведующий кафедрой «Энергетика» PhD, ассоциированный профессор Е. А. Сарсенбаев « <u>15</u> » <u>06</u> 20 <u> </u> г.
--	--

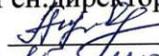
ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных
цехов»

6B07101– Энергетика

Выполнила:

Шайбекқызы Н.

Рецензент
Ген. директор ТОО «Elesom»
 К.А. Ермагамбетов
«15» июня 2024 г.

Научный руководитель
к.т.н., ассоциированный профессор
 Е.Хидолда
«15» 06 2024 г.

Алматы 2024

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский
технический университет имени К.И.Сатпаева»

Институт энергетики и машиностроения имени А.Буркитбаева

Кафедра «Энергетика»

6B07101– Энергетика

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Энергетика»

PhD, ассоциированный профессор

 Е. А. Сарсенбаев

«25» 01 2024 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Шайбекқызы Нурхафиза

Тема: Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов

Утверждена приказом Проректора по академическим вопросам №548–п от "04"12.2024г.

Срок сдачи законченной работы « 27 » мая 2024г.

Исходные данные к дипломной работе: Генеральный план промбазы (Рисунок 1), электрические нагрузки (Таблица 1). Мощность энергосистемы 1100 МВА, установлены два трансформатора по 63 МВА, напряжение 115/37/10,5 кВ. Возможно питание от подстанции 115/37/10,5 кВ, мощность к.з. в месте отпайки 1100 МВА. Расстояние от подстанции энергосистемы до промышленной базы 3,5 км, а от ТЭЦ г.Тараз – 9,5 км.

Краткое содержание дипломной работы:

а) Расчет электрических нагрузок предприятий;

б) Сравнение вариантов внешнего электроснабжения;

в) Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на шинах 10,5 кВ;

г) Проектирование освещения основных цехов.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

а) Генеральный план промышленной базы;

б) Однолинейная схема электроснабжения промышленной базы.

Представлены 20 слайдов презентации работы.

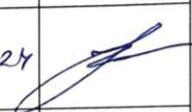
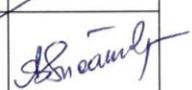
Рекомендуемая основная литература: из 12 наименований

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Расчет электрических нагрузок предприятий	05.02.2024	—
Сравнение вариантов внешнего электроснабжения	11.03.2024	—
Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на шинах 10 кВ	08.04.2024	—
Проектирование освещения основных цехов	14.06.2024	—

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Расчет электрических нагрузок предприятий	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	10.05.2024	
Сравнение вариантов внешнего электроснабжения	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	10.05.2024	
Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на шинах 10 кВ	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	03.06.2024	
Проектирование освещения основных цехов	Е. Хидолда, к.т.н., ассоциированный профессор	03.06.2024	
Нормоконтролер	А.О. Бердибеков, магистр, senior лектор	10.06.2024	

Научный руководитель

Е. Хидолда

Задание принял к исполнению обучающийся

Н. Шайбекқызы

Дата

" 25 " 07 2024 г.

АНДАТПА

Дипломдық жұмыс "Өнеркәсіптік базаны электрмен жабдықтау және негізгі цехтарды жарықтандыру" тақырыбында орындалды.

Электр жүктемелеріне есеп жүргізіліп, жабдықты таңдау орындалды және электрмен жабдықтау схемалары жасалды. Сыртқы электрмен жабдықтау нұсқалары қарастырылып, оңтайлы шешімді таңдау үшін техникалық-экономикалық көрсеткіштерге талдау жасалды. "Негізгі цехтарды жарықтандыру" бөлімінде өндірістік нысандарды жарықтандырудың нормалары мен стандарттарына сәйкес келетін ыңғайлы және қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ететін жарықтандыру схемалары модельденген.

АННОТАЦИЯ

Дипломная работа выполнена на тему «Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов».

Проведены расчеты электрических нагрузок, выполнен выбор оборудования и разработаны схемы электроснабжения. Рассмотрены варианты внешнего электроснабжения, а также проведен анализ технико-экономических показателей для выбора оптимального решения. В разделе «Проектирование освещения основных цехов» смоделированы схемы освещенности, обеспечивающие комфортные и безопасные условия труда, соответствующие нормам и стандартам освещения производственных помещений.

ANNOTATION

The thesis was completed on the topic "Power supply of the industrial base and lighting design of the main workshops".

Calculations of electrical loads have been carried out, equipment has been selected and power supply schemes have been developed. The options of external power supply are considered, as well as an analysis of technical and economic indicators for choosing the optimal solution. In the section "Lighting design of the main workshops", lighting schemes are modeled to ensure comfortable and safe working conditions that meet the norms and standards of lighting of industrial premises.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	
1	Расчет электрических нагрузок предприятий	
1.1	Исходные данные	8
1.2	Расчет осветительной нагрузки	11
1.3	Расчет электрических нагрузок на 0,4 кВ	14
1.4	Определение числа цеховых трансформаторов и компенсация реактивной мощности на шинах 0,4 кВ	20
1.5	Распределение низковольтных конденсаторных батареи пропорционально реактивным нагрузкам ТП	23
1.6	Расчет электрических нагрузок на шинах 10 кВ	25
1.6.1	Определение потерь мощности в цеховых трансформаторах	25
1.6.2	Определение расчетных мощностей синхронных двигателей	26
1.6.3	Определение мощности высоковольтных батарей конденсаторов	26
2	Сравнение вариантов внешнего электроснабжения	30
2.1	Первый вариант внешнего электроснабжения	30
2.2	Второй вариант внешнего электроснабжения	36
2.3	Третий вариант внешнего электроснабжения	37
3	Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на шинах 10 кВ	40
3.1	Расчет тока короткого замыкания на шинах ГРП	40
3.2	Выбор выключателей	41
3.3	Выбор кабелей отходящих линиях	43
3.4	Выбор выключателя нагрузки на ТП	45
3.5	Выбор автоматических выключателей на ТП	45
3.6	Выбор трансформатора тока	45
3.7	Выбор трансформатора напряжения	49
3.8	Выбор шин ГРП	50
3.9	Выбор изоляторов	51
4	Проектирование освещения основных цехов промышленной базы	53
4.1	Применимые стандарты и требования к освещению промышленных предприятий	53
4.2	Моделирование и расчет освещенности в программе DIALux evo	54
4.3	Разработка схем прокладки кабельных трасс	59
	Заключение	62
	Список использованной литературы	63

ВВЕДЕНИЕ

Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов играют ключевую роль в обеспечении эффективной и безопасной работы предприятия. Надежная система электроснабжения является основой для стабильного функционирования всех технологических процессов, а грамотное проектирование освещения обеспечивает комфортные условия труда и безопасность для работников.

Промышленное предприятие представляет собой сложный комплекс, где каждый цех и участок требуют специализированного подхода к электроснабжению и освещению. Учитывая разнообразие производственных процессов, важно разработать оптимальные решения, которые будут удовлетворять всем нормативным требованиям и обеспечат бесперебойную работу оборудования.

Освещение на производстве делится на несколько видов, каждый из которых выполняет свою специфическую функцию. Рабочее освещение необходимо для создания нормальных условий труда, охранное – для безопасности периметра предприятия, аварийное – для продолжения работы в случае отключения основного освещения, а эвакуационное – для безопасного вывода людей в экстренных ситуациях. Правильный выбор и размещение этих систем освещения является неотъемлемой частью проектирования электроснабжения.

Цель данной дипломной работы – разработка комплексной системы электроснабжения и освещения основных цехов промышленной базы. Основное внимание уделяется расчету электрических нагрузок, сравнению вариантов внешнего электроснабжения, выбору оборудования, а также рассмотрены выбор типов освещения для различных зон, способы их оптимального размещения с учетом технологических и производственных особенностей предприятия.

1 Расчет электрических нагрузок предприятий

1.1 Исходные данные

Питание может быть осуществлено от подстанции энергосистемы, на которой установлено два трансформатора мощностью по 63 МВА напряжением 115/37/10,5 кВ. Работа трансформаторов раздельная. Мощность короткого замыкания на стороне 115кВ подстанции энергосистемы 1100 МВА.

Расстояние от подстанции до промышленной базы 3,5 км.

Координаты расположения промышленной базы: г.Тараз, 42.917150°N 71.303907°E. База работает в три смены.

Генеральный план промышленной базы приведен в рисунке 1, а электрические нагрузки представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Электрические нагрузки промышленной базы

№ цеха по плану	Наименование	Количество электроприемников, n	Установленная мощность, кВт		K _н	cos φ	tg φ
			Одног о ЭП, P _н	Суммарна, Σ P _н			
1	Склад цемента	6	1-20	100	0,4	0,7	0,8
2	Блок цехов ЖБИ	54	1-40	1550	0,5	0,9	0,5
3	Склад готовой продукции	18	1-25	130	0,4	0,7	0,8
4	Склад арматурной стали	31	1-25	420	0,4	0,7	0,8
5	Склад заполнителей	15	1-25	240	0,4	0,7	0,8
6	Блок цехов апликато-бетонных изделий	85	1-100	3800	0,5	0,9	0,5
7	Склад готовой продукции	19	1-30	110	0,4	0,7	0,8
8	Известково-помольное производство	13	1-30	200	+0,7	0,8	0,75
9	Административный корпус	22	1-20	260	0,6	0,7	0,8
10	Блок цехов асбоцементных труб	46	1-40	1250	0,5	0,9	0,5
11	Склад нефтепродуктов	1	10	10	0,4	0,7	0,8

Продолжение таблицы 1

№ цеха по плану	Наименование	Количество электроприемников, n	Установленная мощность, кВт		K _н	cos φ	tg φ
			Одного ЭП, P _н	Суммарна, ∑ P _н			
12	Насосная станция	8	10-40	250	0,78	0,8	0,75
13	Ремонтно-механическая база	28	2-20	330	0,3	0,7	0,8
14	Строительный цех	25	1-20	200	0,8	0,7	0,8
15	Блок цехов гончарных труб	64	1-50	1850	0,5	0,9	0,5
16	Блок цехов шифера	36	1-40	1270	0,5	0,9	0,5
17	Кислородная станция	13	1-80	290	0,8	0,7	0,8
18	Компрессорная станция: а) 0,4кВ б) синх.двигат. 10кВ	12	1-20	120	0,8	0,7	0,8
		2	620	1240			
19	Площадка для открытых работ	14	1-50	180	0,5	0,9	0,5
20	Автогараж	20	1-40	250	0,5	0,8	0,75

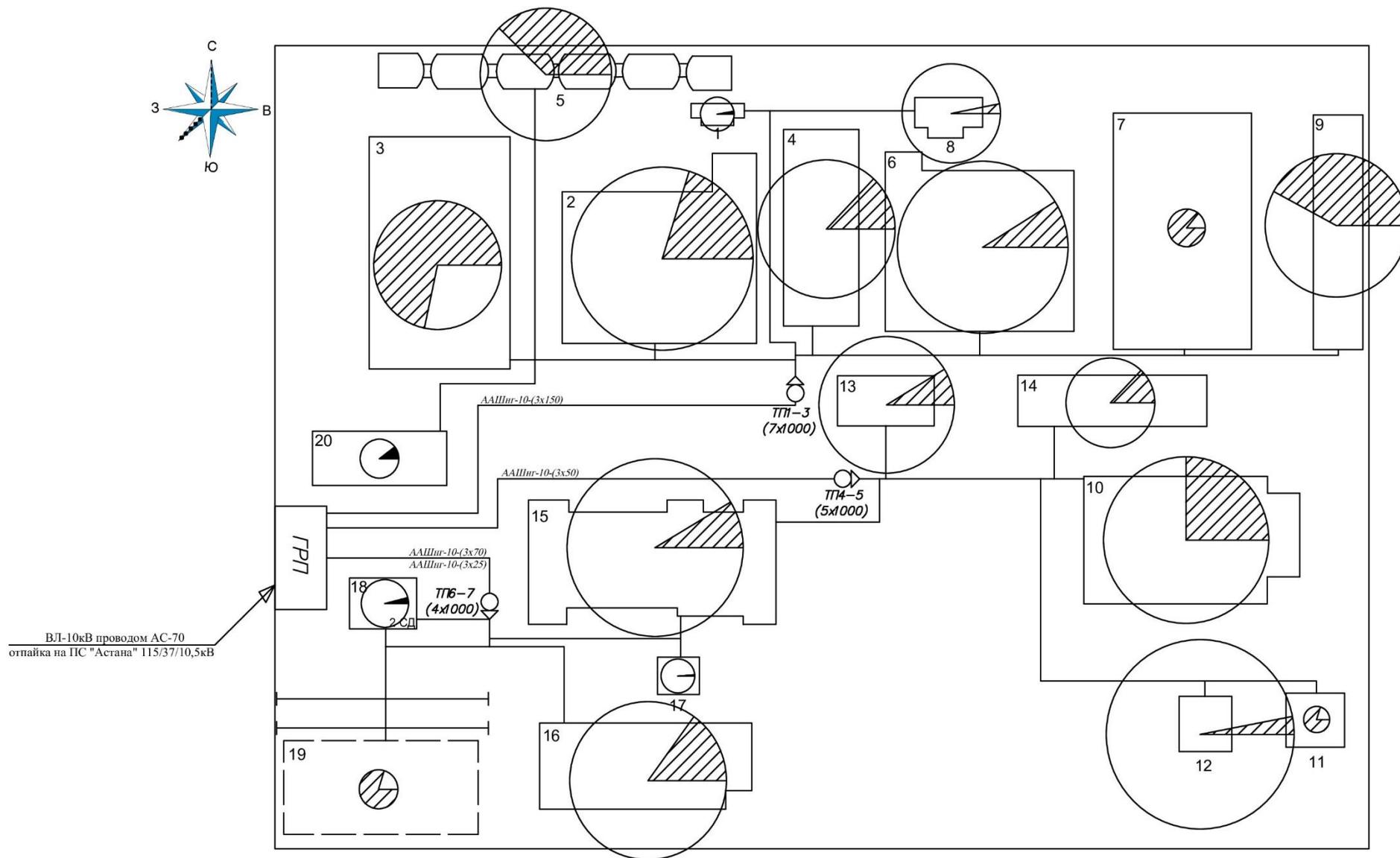


Рисунок 1 – Генеральный план промышленной базы

1.2 Расчет осветительной нагрузки

Расчет осветительной нагрузки при определении нагрузки предприятия производим по удельной плотности осветительной нагрузки на квадратный метр производственных площадей и коэффициенту спроса.

$$P_p = K_c \cdot P_{уст.}, \text{ кВт} \quad (1)$$

$$Q_p = \text{tg}\varphi \cdot P_p, \text{ квар}, \quad (2)$$

где K_c - коэффициент спроса по активной мощности осветительной нагрузки;

$\text{tg}\varphi$ - коэффициент реактивной мощности, определяется по известному \cos осветительной установки;

$P_{уст.}$ - установленная мощность приемников освещения по цеху, определяется по удельной осветительной нагрузке на 1 м^2 поверхности пола и известной производственной площади:

$$P_{уст.} = \rho \cdot F, \text{ кВт}, \quad (3)$$

где F - площадь пола производственного помещения в м^2 ;

ρ - удельная расчетная мощность в кВт на 1 м^2 , величина ρ зависит от рода помещения.

Расчет осветительной нагрузки завода занесем в таблицу 2.

Таблица 1.2 - Расчет осветительной нагрузки

№ цеха	Наименование производственного помещения	Площадь помещен. м ²	Удельная осветительная нагрузка р кВт/м ²	Коэффициент спроса К _с	Установленная мощность освещения Р _у кВт	Расчетная осветительная нагрузка		cosφ	tgφ
						Р _р , кВт	Q _р , квар		
1	Склад цемента	164	0,013	0,8	2,1	1,7	1,3	0,7	0,8
2	Блок цехов ЖБИ	5427	0,05	0,7	271,4	189,7	94,85	0,9	0,5
3	Склад готовой продукции	6031	0,013	0,8	78,4	62,7	50,1	0,7	0,8
4	Склад арматурной стали	2765	0,013	0,8	35,9	28,7	22,9	0,7	0,8
5	Склад заполнителей	4915	0,013	0,8	63,9	51,1	40,8	0,7	0,8
6	Блок цехов силикато-бетонных изделия	5857	0,05	0,7	292,9	205	102,5	0,9	0,5
7	Склад готовой продукции	6226	0,013	0,8	80,9	64,7	51,7	0,7	0,8
8	Известково-помольное производство	420	0,016	0,7	6,7	4,9	3,6	0,8	0,75
9	Административный корпус	2294	0,05	0,7	114,7	80,3	64,2	0,7	0,8
10	Блок цехов асбоцементных труб	4844	0,05	0,8	242,2	193,8	96,9	0,9	0,5
11	Склад нефтепродуктов	655	0,013	0,8	8,5	6,8	5,4	0,7	0,8
12	Насосная станция	655	0,016	0,8	8,5	6,8	5,1	0,8	0,75
13	Ремонтно-механическая база	932	0,016	0,8	14,9	11,9	9,5	0,7	0,8
14	Строительный цех	1864	0,016	0,8	29,8	23,8	19	0,7	0,8
15	Блок цехов гончарных труб	2744	0,05	0,7	137,2	96,0	48	0,9	0,5
16	Блок цехов шифера	3379	0,05	0,7	168,9	118,2	59,1	0,9	0,5
17	Кислородная станция	256	0,012	0,6	3,1	1,86	1,4	0,7	0,8
18	Компрессорная станция	645	0,012	0,6	7,7	4,62	3,6	0,7	0,8

Продолжение таблицы 1.2

№ цеха	Наименование производственного помещения	Площадь помещен. м ²	Удельная осветительная нагрузка р кВт/м ²	Коэффициент спроса К _с	Установленная мощность освещения Р _у кВт	Расчетная осветительная нагрузка		cos φ	tgφ
						Р _р , кВт	Q _р , квар		
19	Площадка для открытых работ	3461	0,05	0,6	173,0	103,8	51,9	0,9	0,5
20	Автогараж	1219	0,016	0,8	19,5	15,6	11,7	0,8	0,75
	Территория	54153			1760,2	1271,9	743,5		

1.3 Расчет электрических нагрузок на 0,4кВ

Расчет электрических силовых нагрузок напряжением до 1 кВ по цехам завода производим также методом упорядоченных диаграмм упрощенным способом. Результаты расчета силовых и осветительных нагрузок по цехам сведены в таблицу 3 - Расчет нагрузки напряжением 0,4кВ.

Для построения картограммы нагрузок предприятия:

$$R = \sqrt{\frac{P_p}{m \cdot \pi}} \text{ мм}; \quad \alpha = \frac{P_{po}}{P_p} \cdot 360^\circ; \quad (4)$$

где R – радиус окружности соответствующий расчетной нагрузке, мм;
 α – угол сектора соответствующей осветительной нагрузке;
 m – масштаб для определения площади круга, равный 0,05кВт/мм
 n – количество электроприемников;
 P_{Hi} – номинальные мощности приемников;
 ΣP_H – суммарную номинальную мощность;

$$P_{Hi} = P_{H1} \cdot \cos\varphi; \quad P_{Hi} = P_{H1} \cdot \cos\varphi \cdot \sqrt{p_b}; \quad (5)$$

$$m = \frac{P_{Hmax}}{P_{Hmin}} \quad (6)$$

$$P_{cm} = K_n \times P_H, \text{ кВт}; \quad Q_{cm} = P_{cm} \cdot \text{tg}\varphi, \text{ квар}; \quad (7)$$

$$n_\varnothing = \frac{2 \sum P_H}{P_{Hmax}}; \quad (8)$$

$$K_m = f(n_\varnothing; \kappa_u); \quad (9)$$

$$P_p = K_m \cdot P_{cm}; \quad (10)$$

$$Q_p = Q_{cm} \text{ если } n_\varnothing > 10, \quad Q_p = 1,1 Q_{cm} \text{ если } n_\varnothing \leq 10;$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}; \quad (11)$$

Таблица 1.3 - Расчет силовых нагрузок напряжением 0,4кВ

№ цеха	Наименование цехов и групп ЭП	Кол-во ЭП	Номинальная мощность		m	K _и	cosφ	tgφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная мощность			R мм	α град
			P _{min} -P _{max} кВт	∑P _н кВт					P _{ср} кВт	Q _{ср} квар			P _р кВт	Q _р квар	S _р кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Склад цемента																
	силовая	6	1-20	100	>3	0,4	0,7	0,8	40	32	10	1,6	64	35,2			
	осветительная								1,7	1,3			1,7	1,3			
	Итого								41,7	33,3			66	37	76	1,0	9,6
2	Блок цехов ЖБИ																
	силовая	54	1-40	1550	>3	0,5	0,9	0,5	775	388	78	1,2	930	388			
	осветительная								189,7	94,85			189,7	94,85			
	Итого								964,7	482,9			1120	483	1220	2,9	73,4
3	Склад готовой продукции																
	силовая	18	1-25	130	>3	0,4	0,7	0,8	52	42	10	1,6	83,2	46,2			
	осветительная								62,7	50,1			62,7	50,1			
	Итого								114,7	92,1			146	96	175	1,4	271
4	Склад арматурной стали																
	силовая	31	1-25	420	>3	0,4	0,7	0,8	168	134	34	1,3	218,4	134			
	осветительная								28,7	22,9			28,7	22,9			
	Итого								196,7	156,9			247	157	293	1,8	47,3
5	Склад заполнителей																
	силовая	15	1-25	240	>3	0,4	0,7	0,8	96	77	19	1,4	134,4	77			
	осветительная								51,1	40,8			51,1	40,8			
	Итог								147,1	117,8			186	118	220	1,5	136,8

Продолжение таблицы 1.3

№ цеха	Наименование цехов и групп ЭП	Кол-во ЭП n	Номинальная мощность		m	K _и	cosφ	tgφ	Средняя нагрузка		n _э	K _м	Расчетная мощность			R мм	α град
			P _{min} -P _{max} кВт	∑P _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _р кВт	Q _р квар	S _р кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
6	Блок цехов апликато-бетонных изделий																
	силовая	85	1-100	3800	>3	0,5	0,9	0,5	1900	950	76	1,2	2280	950			
	осветительная								205	102,5			205	102,5			
	Итого								2105	1052,5			2485	1053	2699	2,8	32,4
7	Склад готовой продукции																
	силовая	19	1-30	110	>3	0,4	0,7	0,8	44	35	7	1,65	72,6	38,5			
	осветительная								64,7	51,7			64,7	51,7			
	Итого								108,7	86,7			137	90	164	1,2	320,8
8	Известково-помольное производство																
	силовая	13	1-30	200	>3	0,7	0,8	0,75	140	105	13	1,25	175	105			
	осветительная								4,9	3,6			4,9	3,6			
	Итого								144,9	108,6			180	109	210	1,4	10,0
9	Административный корпус																
	силовая	22	1-20	260	>3	0,6	0,7	0,8	156	125	26	1,2	187,2	125			
	осветительная								80,3	64,2			80,3	64,2			
	Итого								236,3	189,2			268	189	328	2,0	154,4
10	Блок цехов асбоцемент. труб																
	силовая	46	1-40	1250	>3	0,5	0,9	0,5	625	313	63	1,2	750	313			
	осветительная								193,8	96,9			193,8	96,9			
	Итог								818,8	409,9			944	410	1029	2,7	93,0

Продолжение таблицы 1.3

№ цеха	Наименование цехов и групп ЭП	Кол-во ЭП	Номинальная мощность		m	Ки	cosφ	tgφ	Средняя нагрузка		пэ	Км	Расчетная мощность			R мм	α град
			P _{min} -P _{max} кВт	∑P _H кВт					P _{СМ} кВт	Q _{СМ} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	Склад нефтепродуктов																
	силовая	1	10	10	>3	0,4	0,7	0,8	4	3,2	2	2,1	8,4	3,52			
	осветительная								6,8	5,4			6,8	5,4			
	Итого								10,8	8,6			15	9	17	0,7	291,4
12	Насосная станция																
	силовая	8	10-40	250	>3	0,78	0,8	0,75	195	146	13	1,15	224,3	146			
	осветительная								6,8	5,1			6,8	5,1			
	Итого								201,8	151,1			231	151	276	4,3	10,9
13	Ремонтно-механическая база																
	силовая	28	2-20	330	>3	0,3	0,7	0,8	99	79	33	1,4	138,6	79			
	осветительная								11,9	9,5			11,9	9,5			
	Итого								110,9	88,5			151	89	175	2,2	30,9
14	Строительный цех																
	силовая	25	1-20	200	>3	0,8	0,7	0,8	160	128	20	1,15	184	128			
	осветительная								23,8	19			23,8	19			
	Итого								183,8	147			208	147	255	1,8	46,5
15	Блок цехов гончарных труб																
	силовая	64	1-50	1850	>3	0,5	0,9	0,5	925	463	74	1,2	1110	463			
	осветительная								96	48			96	48			
	Итог								1021	511			1206	511	1310	2,8	31,1

Продолжение таблицы 1.3

№ цеха	Наименование цехов и групп ЭП	Кол-во ЭП n	Номинальная мощность		m	Ки	cosφ	tgφ	Средняя нагрузка		nэ	КМ	Расчетная мощность			R мм	α град
			P _{min} -P _{max} кВт	∑P _н кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
16	Блок цехов шифера																
	силовая	36	1-40	1270	>3	0,5	0,9	0,5	635	318	64	1,2	762	318			
	осветительная								118,2	59,1			118,2	59,1			
	Итого								753,2	377,1			880	377	957	2,6	55,8
17	Кислородная станция																
	силовая	13	1-80	290	>3	0,8	0,7	0,8	232	186	7	1,2	278,4	204,6			
	осветительная								1,86	1,4			1,86	1,4			
	Итого								233,9	187,4			280	206	348	1,1	2,4
18	Компрессорная станция																
	силовая	12	1-20	120	>3	0,8	0,7	0,8	96	77	12	1,2	115,2	77			
	осветительная								4,62	3,6			4,62	3,6			
	Итого								100,6	80,6			120	81	145	1,4	14,4
19	Площадка для открытых работ																
	силовая	14	1-50	180	>3	0,5	0,9	0,5	90	45	7	1,45	130,5	49,5			
	осветительная								103,8	51,9			103,8	51,9			
	Итого								193,8	96,9			234	101	255	1,2	286,3
20	Автогараж																
	силовая	20	1-40	250	>3	0,5	0,8	0,75	125	94	13	1,25	156	94			
	осветительная								15,6	11,7			15,6	11,7			
	Итого								141	106			172	106	202	1,2	36

Продолжение таблицы 1.3

№ цеха	Наименование цехов и групп ЭП	Кол-во ЭП n	Номинальная мощность		m	Ки	cosφ	tgφ	Средняя нагрузка		nэ	Км	Расчетная мощность			R мм	α град
			P _{min} -P _{max} кВт	∑P _H кВт					P _{см} кВт	Q _{см} квар			P _p кВт	Q _p квар	S _p кВА		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Освещение территории												1272	744			
	<i>Итого на шинах 0,4кВ</i>												10548	5264	11789		

1.4 Определение числа цеховых трансформаторов и компенсация реактивной мощности на шинах 0,4 кВ

Правильное определение числа и мощности цеховых трансформаторов возможно только путем технико-экономических расчетов с учетом следующих факторов: категории надежности электроснабжения потребителей; компенсации реактивных нагрузок на напряжении до 1кВ; перегрузочной способности трансформаторов в нормальном и аварийном режимах; шага стандартных мощностей; экономичных режимов работы трансформаторов в зависимости от графика нагрузки.

Данные для расчета:

$$P_{p0,4} = 10\,548 \text{ кВт};$$

$$Q_{p0,4} = 5264 \text{ квар};$$

$$S_{p0,4} = 11\,789 \text{ кВА}.$$

Промышленная база относится к 2 категории потребителей, предприятия работает в три смены, следовательно, коэффициент загрузки трансформаторов $K_{зтр} = 0,7$. Принимаем цеховой трансформатор мощностью $S_{нт} = 1000$ кВА.

Для каждой технологически концентрированной группы цеховых трансформаторов одинаковой мощности минимальное их число, необходимое для питания наибольшей расчетной активной нагрузки, рассчитывается по формуле:

$$N_{T \min} = \frac{P_{p0,4}}{K_3 \times S_{нт}} + \Delta N = \frac{10\,548}{0,7 \times 1000} = 15,1 + 0,9 = 16 \quad (12)$$

где $P_{p0,4}$ – суммарная расчетная активная нагрузка;

k_3 – коэффициент загрузки трансформатора;

$S_{нт}$ – принятая номинальная мощность трансформатора;

ΔN – добавка до ближайшего целого числа

Экономически целесообразное число трансформаторов определяется по формуле:

$$N_{т.э} = N_{\min} + m, \quad (13)$$

где m – дополнительное число трансформаторов.

$N_{т.э}$ - определяется удельными затратами на передачу реактивной мощности с учетом постоянных составляющих капитальных затрат $Z^*_{п/ст}$.

$$Z^*_{п/ст} = 0,5; k_3 = 0,7; N_{\min} = 16; \Delta N = 0,9.$$

Из справочника (Ю.Г. Барыбина) по кривым определяем m , для нашего случая $m = 0$, значит $N_{т.э} = 16 + 0 = 16$ трансформаторов.

По выбранному числу трансформаторов определяют наибольшую реактивную мощность Q_1 , которую целесообразно передать через трансформаторы в сеть напряжением до 1 кВ, по формуле:

$$Q_1 = \sqrt{(N_{ТЭ} \times S_{НТ} \times K_3)^2 - P_{p0,4}^2} = \sqrt{(16 \times 1000 \times 0.7)^2 - 10548^2} = 3766 \text{ квар} \quad (14)$$

Расчетная схема для составления баланса реактивной мощности.

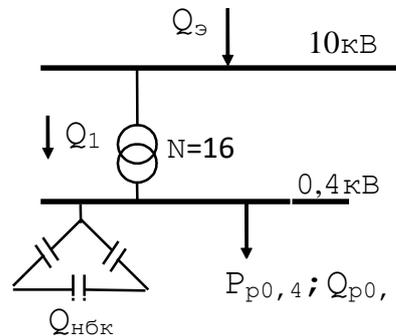


Рисунок 1.4 – Расчетная схема для составления баланса реактивной мощности

Из условия баланса реактивной мощности на шинах 0,4 кВ определим величину $Q_{нбк1}$:

$$Q_{нбк1} + Q_1 = Q_{p0,4}, \quad (15)$$

Отсюда

$$Q_{нбк1} = Q_{p0,4} - Q_1 = 5264 - 3766 = 1498 \text{ квар.}$$

Дополнительная мощность $Q_{нбк2}$ НБК для данной группы трансформаторов определяется по формуле:

$$Q_{нбк2} = Q_{p0,4} - Q_{нбк1} - \gamma \times N_{ТЭ} \times S_{НТ} \quad (16)$$

где γ – расчетный коэффициент, определяемый в зависимости от K_1 и K_2 и схемы питания цеховых трансформаторов. Для магистральной схемы с тремя и более трансформаторами

Значения удельного коэффициента потерь $K_1=14$, т.к. данный завод работает в 3 смены.

$$\gamma = \frac{K_1}{30} = \frac{14}{30} = 0.47 \quad (17)$$

$$Q_{нбк2} = 5264 - 1498 - 0,47 \times 16 \times 1000 = - 3754 \text{ квар}$$

По расчету $Q_{нбк2} < 0$, принимаем, $Q_{нбк2} = 0$

$$Q_{нбк} = Q_{нбк1} + Q_{нбк2}, \quad (18)$$

т.к. $Q_{\text{нбк}2} = 0$, то $Q_{\text{нбк}} = Q_{\text{нбк}1} = 1498$ квар

Определим мощность одной батареи конденсаторов, приходящуюся на каждый трансформатор:

$$Q_{\text{нбк ТП}} = \frac{Q_{\text{нбк}}}{N_{\text{ТЗ}}} = \frac{1498}{16} \approx 94 \text{ квар.} \quad (19)$$

На основании расчетов, полученных в данном пункте 2.3. составляется таблица 2.4 - Распределение нагрузок цехов по ТП, в которой показано распределение низковольтной нагрузки по цеховым ТП. В таблице Кз – коэффициент загрузки трансформаторов, равный:

$$\frac{S_{P0,4}}{N \cdot S_{\text{НТр}}} \quad (20)$$

Предварительное распределение низковольтных нагрузок по цеховым ТП представлено в таблице 1.4.

Таблица 1.4 - Распределение низковольтных нагрузок по цеховым ТП

№ ТП Снт, Qнбк тп	№ цехов	P _{p 0,4} , кВт	Q _{p 0,4} , квар	Sp _{0,4} , кВА	K ₃	
ТП1-3 (7x1000) ΣS _н =7x1000=7000кВА Q _{нбк} =7x94=658квар	1	66	37			
	2	1120	483			
	3	146	96			
	5	186	118			
	4	247	157			
	6	2485	1053			
	7	137	90			
	8	180	109			
	9	268	189			
	20	172	106			
			5007			2438
<i>Итого</i>			-658			
		5007	1780	5314	0,75	
ТП4-5 (5x1000) ΣS _н =5x1000=5000кВА Q _{нбк} =5x94=470квар	10	944	410			
	11	15	9			
	12	231	151			
	13	151	89			
	14	208	147			
	15	1206	511			
	освещ.	1271,9	743,5			
			4027			2061
						-470
<i>Итого</i>		4027	1591	4330	0,8	
ТП6-7 (4x1000) ΣS _н =4x1000=4000кВА Q _{нбк} =4x94=376квар	16	880	377			
	17	280	206			
	18	120	81			
	19	234	101			
			1514			765
						-376
<i>Итого</i>		2720	389	2748	0,70	

1.5 Распределение низковольтных конденсаторных батарей пропорционально реактивным нагрузкам ТП

Исходные данные:

Q_{p 0,4}=5264 квар;

Q_{нбк}=1498 квар.

ТП 1-3:

Q_{p ТП1-3}=2438 квар, Q_{p нбк}= x,

Тогда

$$Q_{p \text{ нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \times Q_{p \text{ ТП1-3}}}{Q_{p0,4}} = \frac{1498 \times 2438}{5264} = 694 \text{ квар}$$

выбираем из каталога «УККЗ» низковольтные конденсаторные установки: УК-0,4-125 УЗ,
то фактическая реактивная мощность:

$$Q_{\phi \text{ ТП1-3}} = 5 \times 125 = 625 \text{ квар}$$

а некомпенсированная мощность равна:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p \text{ ТП1-3}} - Q_{\phi \text{ ТП1-3}} = 2438 - 625 = 1813 \text{ квар.}$$

ТП 4-5:

$$Q_{p \text{ ТП4-5}} = 2061 \text{ квар, } Q_{p \text{ нбк}} = x,$$

тогда

$$Q_{p \text{ нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \times Q_{p \text{ ТП4-5}}}{Q_{p0,4}} = \frac{1498 \times 2061}{5264} = 587 \text{ квар}$$

И также выбираем из каталога «УККЗ» низковольтные конденсаторные установки: УК-0,4-62,5 УЗ и УК-0,4-37,5 УЗ, то фактическая реактивная мощность:

$$Q_{\phi \text{ ТП4-5}} = 5 \times (62,5 + 37,5) = 500 \text{ квар,}$$

а некомпенсированная мощность равна:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{p \text{ ТП4-5}} - Q_{\phi \text{ ТП4-5}} = 2061 - 500 = 1561 \text{ квар.}$$

ТП 6-7:

$$Q_{p \text{ ТП6-7}} = 765 \text{ квар, } Q_{p \text{ нбк}} = x,$$

Тогда

$$Q_{p \text{ нбк}} = \frac{Q_{\text{нбк}} \times Q_{p \text{ ТП6-7}}}{Q_{p0,4}} = \frac{1498 \times 765}{5264} = 218 \text{ квар}$$

выбираем из каталога «УККЗ» низковольтные конденсаторные установки: УК-0,4-150 УЗ,
то фактическая реактивная мощность:

$Q_{\phi \text{ ТП6-7}} = 2 \times 100 = 200$ квар,
а некомпенсированная мощность равна:

$$Q_{\text{неск}} = Q_{\text{р ТП6-7}} - Q_{\phi \text{ ТП6-7}} = 765 - 218 = 547 \text{ квар.}$$

Уточненное распределение $Q_{\text{нбк}}$ по ТП сведем в таблицу 6.

Таблица 1.5 - Уточненное распределение $Q_{\text{нбк}}$ по ТП

№ ТП	$Q_{\text{рТП}}$	$Q_{\text{рНБК.ТП}}$	$Q_{\text{факт.нбкТП}}$	$Q_{\text{неск.}}$
ТП1-3	2438	694	$5 \times 125 = 625$	1813
ТП4-5	2061	587	$5 \times (62,5 + 37,5) = 500$	1561
ТП6-7	765	218	$2 \times 100 = 200$	547
Итого	5264	1499	1325	3921

1.6 Расчет электрических нагрузок на шинах 10 кВ

1.6.1 Определение потерь мощности в цеховых трансформаторах

Потери активной мощности в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta P_{\text{T}} = \Delta P_{\text{XX}} + \Delta P_{\text{КЗ}} \times K_3^2 \quad (21)$$

Потери реактивной мощности в трансформаторе определяются по формуле:

$$\Delta Q_{\text{T}} = \Delta Q_{\text{XX}} + \Delta Q_{\text{КЗ}} \times K_3^2 = \frac{I_{\text{XX}}}{100} \times S_{\text{HT}} + \frac{U_{\text{КЗ}}}{100} \times S_{\text{HT}} \times K_3^2 \quad (22)$$

Выбираем трансформаторы ТМЗ-1000-10/0.4

$U_{\text{В}} = 10 \text{ кВ}$, $U_{\text{Н}} = 0.4 \text{ кВ}$, $\Delta P_{\text{XX}} = 1,6 \text{ кВт}$, $\Delta P_{\text{КЗ}} = 10,8 \text{ кВт}$, $I_{\text{XX}} = 0,75\%$, $U_{\text{КЗ}} = 5,5\%$

ТП1-3:

$K_3 = 0.75$

$N = 7$,

$$\Delta P_{\text{m}} = (1,6 + 10,8 \times 0,75^2) \times 7 = 54 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{\text{m}} = 0,01 \times (0,75 + 5,5 \times 0,75^2) \times 7 \times 1000 = 269 \text{ квар}$$

ТП4-5:

$K_3 = 0.86$

$N = 5$,

$$\Delta P_m = (1,6 + 10,8 * 0,86^2) * 5 = 48 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_m = 0,01 * (0,75 + 5,5 * 0,86^2) * 5 * 1000 = 241 \text{ квар}$$

ТП6-7:

$K_3=0.7$

$N=4,$

$$\Delta P_m = (1,6 + 10,8 * 0,7^2) * 4 = 28 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_m = 0,01 * (0,75 + 5,5 * 0,7^2) * 4 * 1000 = 138 \text{ квар}$$

Суммарные потери в трансформаторах:

$$\Sigma P_{1-16} = 54 + 48 + 28 = 130 \text{ кВт},$$

$$\Sigma Q_{1-16} = 269 + 241 + 138 = 648 \text{ квар}.$$

1.6.2 Определение расчетных мощностей синхронных двигателей

Для компенсации реактивной мощности на стороне ВН используем СД в компрессорной станции.

$$P_{н\text{СД}} = 620 \text{ кВт}; \cos \varphi = 0,8; N_{\text{СД}} = 2; k_3 = \beta = 0.71$$

Определим расчетные мощности для СД:

$$P_{р\text{СД}} = P_{н\text{СД}} * N_{\text{СД}} * k_3 = 620 * 2 * 0.7 = 868 \text{ кВт}. \quad (27)$$

$$Q_{р\text{СД}} = P_{р\text{СД}} * \text{tg } \varphi = 868 * 0,75 = 651 \text{ квар}. \quad (28)$$

$$S_{р\text{СД}} = P_{р\text{СД}} / \cos \varphi = 868 / 0,8 = 1085 \text{ квар}. \quad (29)$$

Для одного двигателя:

$$S_{р\text{СД}} = S_{р\text{СД}} / N = 1085 / 2 = 542,5 \text{ квар}. \quad (30)$$

1.6.3 Определение мощности высоковольтных батарей конденсаторов

Составим схему замещения, показанную на рисунке 1.6.

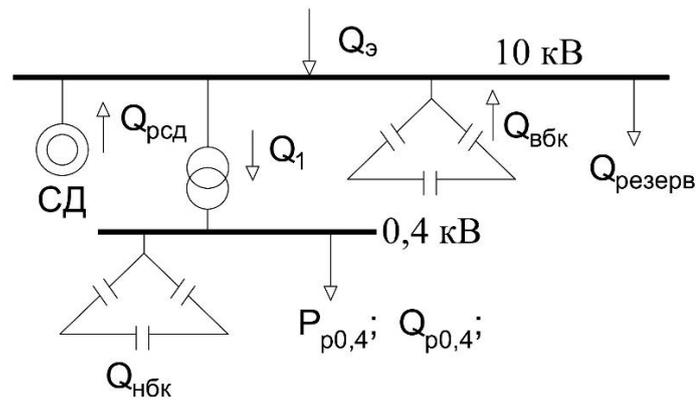


Рисунок 1.6 – Схема замещения для компрессорной станции.

Резервная мощность:

$$Q_{рез} = 0.1 \times \Sigma Q_{расч} = 0.1 \times (Q_{р0,4} + \Delta Q_T) = 0.1 \times (5264 + 648) = 591 \text{ квар.} \quad (31)$$

Мощность, поступающая от энергосистемы:

$$Q_э = 0.25 \times \Sigma P_p = 0.25 \times (P_{р0,4} + \Delta P_T + P_{сд}) = 0.25 \times (10548 + 130 + 868) = 2887 \text{ квар.} \quad (32)$$

Мощность ВБК определим из условия баланса реактивной мощности:

$$Q_{ВБК} = Q_{р0,4} + \Delta Q_T + Q_{рез} - Q_э - Q_{сд} - Q_{НБК}, \quad (33)$$

$$Q_{ВБК} = 5264 + 648 + 591 - 2887 - 651 - 1325 = 1640 \text{ квар.}$$

Выбираем ВБК: УК-10-900 ЛУЗ.

Уточненный расчет электрических нагрузок по заводу приведен в таблице 1.6 - Уточненный расчет электрических нагрузок промышленной базы.

Таблица 1.6 – Уточненный расчет электрических нагрузок промышленной базы

№ ТП	№ цехов	Количество во ЭП	Уст. мощность		К _и	Средняя нагрузка		N _э	K _м	Расчетная мощность			K _з
			P _{min} -P _{max}	Общая ΣP _н , кВт		P _{ср} кВт	Q _{ср} квар			P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА	
ТП1-3 7x1000	1	6	1-20	100		40	32						
	2	54	1-40	1550		775	388						
	3	18	1-25	130		52	42						
	5	15	1-25	240		96	77						
	4	31	1-25	420		168	134						
	6	85	1-100	3800		1900	950						
	7	19	1-30	110		44	35						
	8	13	1-30	200		140	105						
	9	22	1-20	260		156	125						
	20	20	1-40	250		141	106						
	силовая осветительная Qнбк Итого		283	1-100		7060	0,5						3512
									704	444			
										-625			
									4427	1813	4784	0,71	
ТП4-5 5x1000	10	46	1-40	1250		625	313						
	11	1	10	10		4	3,2						
	12	8	10-40	250		195	146						
	13	28	2-20	330		99	79						
	14	25	1-20	200		160	128						
	15	64	1-50	1850		925	463						
	силовая осветительная Qнбк Итого		172	1-50		3890	0,5						2008
									339	184			
										-500			
									2568	1016	2762	0,7	

Продолжение таблицы 1.6

№ ТП	№ цехов	Количество ЭП n	Уст. мощность		К _И	Средняя нагрузка		N _Э	K _М	Расчетная мощность			K _З
			P _{min} - P _{max}	Общая ΣP _Н , кВт		P _{СМ} кВт	Q _{СМ} квар			P _Р , кВт	Q _Р , квар	S _Р , кВА	
ТП6-7 4x1000	17	13	1-80	290		232	186						
	16	36	1-40	1270		635	318						
	18	12	1-20	120		96	77						
	19	14	1-50	180		96	45						
силовая осветительная осв. территории Qнбк Итого		75	1-80	1860	0,6	1059	626	47	1,1	1165	626		
										228	116		
										1271,9	743,5		
											-200		
										2665	1286	2959	0,73
Итого на шинах 0,4кВ										9660	4115		
Потери в трансф- х										130	648		
Итого нагр. 0,4кВ привед										9790	4763		
Синхронные двигатели:	18	2	620	1240						868	-651		
ВБК											-1800		
Итого по заводу										10658	2312	10906	

2 Сравнение вариантов внешнего электроснабжения

Питание может быть осуществлено от подстанции энергосистемы, на которой установлено два трехобмоточных трансформатора мощностью по 63 МВА напряжением 115/37/10,5 кВ. Работа трансформаторов раздельная. Мощность короткого замыкания на стороне 115 кВ подстанции энергосистемы равна 1100 МВА. Расстояние от подстанции энергосистемы промышленной базы 3,5 км. Стоимость электроэнергии 28 тг/кВт·ч.

Варианты источников питания:

- 1) ТЭЦ г.Тараз с электрической мощностью 60МВт – на расстоянии 9,5 км от промышленной базы.
- 2) ПС «Астана» г.Тараз 115/37/10,5 кВ – на расстоянии 3,5 км от базы.

Первый вариант отпадает, т.к. ТЭЦ расположен далеко от объекта. Из двух вариантов источников питания наиболее рациональным будет подключиться к подстанции, потому что расстояние от ПС «Астана» до промышленной базы намного меньше чем ТЭЦ.

Для технико-экономического сравнения вариантов электроснабжения завода рассмотрим два варианта:

- а) I вариант – от высокой стороны трансформатора ПС 115 кВ;
- б) II вариант – от средней стороны трансформатора ПС 37 кВ;
- с) III вариант – от низкой стороны трансформатора ПС 10,5 кВ;

2.1 Первый вариант внешнего электроснабжения

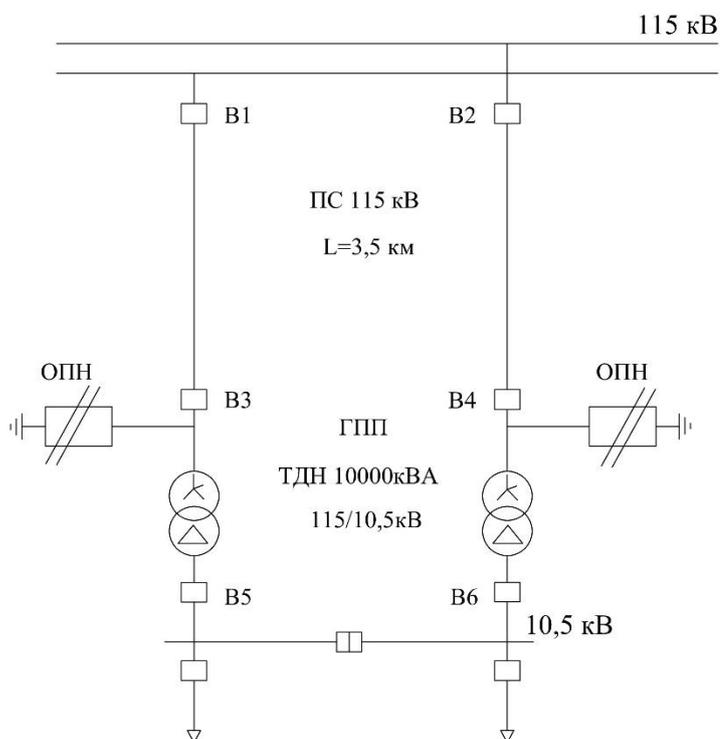


Рисунок 2.1 – I вариант схемы электроснабжения

Выбираем электрооборудование по I варианту.

1) Выбираем трансформаторы ГПП:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_3^2} = \sqrt{10658^2 + 2887^2} = 11042 \text{ кВА.} \quad (34)$$

Выбираем два трансформатора мощностью 10000 кВА.

Коэффициент загрузки:

$$K_3 = \frac{S_p}{2 \cdot S_H} = \frac{11042}{2 \cdot 10000} = 0,55. \quad (35)$$

Паспортные данные трансформатора

Тип т-ра ТДН-10000/115/11;
 $S_H=10000$ кВА, $U_{BH}=115$ кВ, $U_{HH}=11$ кВ, $\Delta P_{XX}=10$ кВт, $\Delta P_{K3}=58$ кВт,
 $U_{K3}=10,5\%$, $I_{XX}=0,4\%$.

Потери мощности в трансформаторах:

а) активной:

$$\Delta P_{TГПП} = 2 \cdot (\Delta P_{XX} + \Delta P_{K3} \cdot K_3^2) \quad (36)$$

$$\Delta P_{TГПП} = 2 \cdot (10 + 58 \cdot 0,55^2) = 55,09 \text{ кВт}$$

б) реактивной:

$$\Delta Q_{TГПП} = 0,02 \cdot (I_{XX} + U_{K3} \cdot K_3^2) \cdot S_H \quad (37)$$

$$\Delta Q_{TГПП} = 0,02 \cdot (0,4 + 10,5 \cdot 0,55^2) \cdot 10000 = 715,25 \text{ квар}$$

Потери энергии в трансформаторах.

При трехсменном режиме работы $T_{вкл}=4150$ ч. $T_{макс}=4150$ ч, тогда время максимальных потерь

$$\tau = (0,124 + T_m \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760, \quad (38)$$

$$\tau = (0,124 + 4150 \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760 = 2542 \text{ ч.}$$

Потери активной мощности в трансформаторах:

$$\Delta W_{тр.ГПП} = 2 \cdot (\Delta P_{XX} \cdot T_{вкл} + \Delta P_{K3} \cdot \tau \cdot K_3^2) \quad (39)$$

$$\Delta W_{тр.ГПП} = 2 \cdot (10 \cdot 4150 + 58 \cdot 2542 \cdot 0,55^2) = 172 \text{ 198 кВтч.}$$

2) ЛЭП –110 кВ.

Полная мощность, проходящая по ЛЭП:

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(P_p + \Delta P_{\text{ТГПП}})^2 + Q_{\Sigma}^2} \quad (40)$$

$$S_{\text{ЛЭП}} = \sqrt{(10658 + 55,09)^2 + 2887^2} = 11095 \text{кВА}$$

Расчетный ток, проходящий по одной линии:

$$I_p = \frac{S_{\text{ЛЭП}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{11095}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 110} = 29 \text{А} \quad (41)$$

Ток аварийного режима:

$$I_a = 2 \times I_p = 2 \times 29 = 58 \text{А} \quad (42)$$

По экономической плотности тока определяем сечение проводов:

$$F = \frac{I_p}{j} = \frac{29}{1} = 29 \text{мм}^2 \quad (43)$$

где $j=1 \text{ А/мм}^2$ экономическая плотность тока при $T_m=4150\text{ч}$ и неизолированных алюминиевых проводах.

Принимаем провод АС –25/4,2 с $I_{\text{дп}}=142\text{А}$.

Проверим выбранные провода по допустимому току.

При расчетном токе:

$$I_{\text{дп}} = 142 \text{А} > I_p = 29 \text{А},$$

При аварийном режиме:

$$I_{\text{дп ав}} = 1,3 I_{\text{дп}} = 1,3 \times 142 = 185 \text{А} > I_{\text{ав}} = 58 \text{А} \quad (44)$$

Потери электроэнергии в ЛЭП:

$$\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \times 3 \times I_p^2 \times R \times 10^{-3} \times \tau \quad (45)$$

$$\Delta W_{\text{ЛЭП}} = 2 \times 3 \times 29^2 \times 4 \times 10^{-3} \times 2542 = 51308 \text{кВтч}$$

где $R=r_0 \times L=1,15 \times 3,5=4,0 \text{ Ом}$,

$r_0=1,15 \text{ Ом/км}$ - удельное сопротивление сталеалюминиевого провода сечением 25 мм^2 , $l=3,5 \text{ км}$ - длина линии.

Выбор выключателей на $U=115 \text{ кВ}$.

Перед выбором аппаратов составим схему замещения (рис.3.2.) и рассчитаем ток короткого замыкания в о.е.

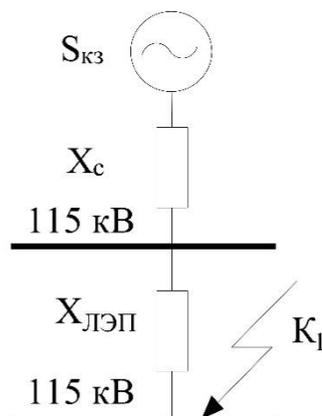


Рисунок 2.2 – Схема замещения

$$S_6=1000 \text{ МВА}; U_6=115 \text{ кВ.} \quad (46)$$

$$x_c = S_6 / S_{кз} = 1000 / 1100 = 0,90 \text{ о.е.}, \quad (47)$$

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \times U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \times 115} = 5,02 \text{ кА}; \quad (48)$$

$$X_L = X_0 * L * \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 * 3,5 * \frac{1000}{115^2} = 0,10 \text{ о.е.} \quad (49)$$

$$I_{k1} = \frac{I_6}{X_c + X_L} = \frac{5,02}{0,9 + 0,11} = 4,97 \text{ кА}; \quad (50)$$

$$i_y = \sqrt{2} * K_y * I_{k1} = \sqrt{2} * 1,8 * 4,97 = 12,6 \text{ кА} \quad (51)$$

Выбираем выключатели В1 и В2

Выключатель ВБП-110Ш-31,5/2000 УХЛ1

$$I_{HM}=2000\text{А} > I_{ав}=58\text{А};$$

$$I_{TKL}=31,5\text{А} > I_{K1}=4,97\text{кА};$$

$$I_{пред}=80\text{кА} > i_y=12,6\text{кА};$$

$$I_{герм}=31,5\text{кА} > I_{K1}=4,97\text{кА},$$

Выключатели В3-4 и В5-6: ВБП–110 Ш–31,5/2000 УХЛ1

$$I_{\text{нм}} = 2000 \text{ А} > I_{\text{ав}} = 58 \text{ А},$$

$$I_{\text{ткл}} = 31,5 \text{ кА} > I_{\text{к2}} = 4,97 \text{ кА},$$

$$I_{\text{пред}} = 80 \text{ кА} > i_{\text{у2}} = 12,6 \text{ кА},$$

$$I_{\text{терм}} = 31,5 \text{ кА} > I_{\text{к2}} = 4,97 \text{ кА}.$$

Выбираем ограничитель перенапряжений типа ОПН-110 УХЛ1

2.1.1 Расчет технико-экономических показателей ПС-115 кВ

Определим капитальные затраты на выбранное оборудование:

1) Капитальные вложения на трансформаторы (2 шт):

$$K_{\text{тр.гпп}} = n \times K_{\text{тр}}, \quad (52)$$

$$K_{\text{тр.гпп}} = 2 \times 30 = 60 \text{ млн. тг}$$

2) Капитальные вложения на ограничители перенапряжений ОПН1-2 (2 шт):

$$K_{\text{пн1-2}} = n \cdot K_{\text{пн}}, \quad (53)$$

$$K_{\text{пн1-2}} = 2 \times 15 = 30 \text{ млн. тг}.$$

3) Капитальные вложения в ЛЭП - 110кВ:

$$K_{\text{лэп}} = L \times K_{\text{лэп}} \quad (54)$$

$$K_{\text{лэп}} = 3710\text{м} \times 3 \times 300\text{тг} = 3,3 \text{ млн.тг}$$

4) Капитальные вложения на выключатели: В1-2, В3-4 и В5-6 (6 шт):

$$K_{\text{в1-6}} = n \cdot K_{\text{в}}, \quad (55)$$

$$K_{\text{в1-6}} = 6 \times 2 = 12 \text{ млн. тг}.$$

5) Суммарные капитальные вложения на оборудование:

$$K_{\Sigma} = K_{\text{тр.гпп}} + K_{\text{пн1-2}} + K_{\text{лэп}} + K_{\text{в1-6}}, \quad (56)$$

$$K_{\Sigma} = 60 \text{ млн.} + 30 \text{ млн.} + 3,3 \text{ млн.} + 12 \text{ млн.} = 105,3 \text{ млн. тг}.$$

Таблица 2.1 – Затраты на оборудования 110 кВ

Оборудование	Затраты, млн тг
Выключатели В1-2, В3-4 и В5-6	12
Ограничители перенапряжений ОПН1-2	30
Трансформаторы	60
ЛЭП-115кВ	3,3

Амортизационные отчисления:

$$I_{a.l\acute{e}n} = E_a \cdot K_{л\acute{e}n} = 0,028 \cdot 3,3 \text{ млн. тг} = 93\,492 \text{ тг./год}; \quad (57)$$

$$I_{a.obor} = E_{a.obor} \cdot K_{обор} = 0,063 \cdot 105,3 \text{ млн. тг} = 6,6 \text{ млн. тг./год}; \quad (58)$$

$$I_{a\Sigma} = I_{a.l\acute{e}n} + I_{a.obor} = 93\,492 + 6,6 \text{ млн. тг} = 6,7 \text{ млн. тг./год}. \quad (59)$$

Издержки на эксплуатацию:

$$I_{\text{экс.л\acute{e}n}} = E_{\text{экс.л\acute{e}n}} \cdot K_{л\acute{e}n} = 0,004 \cdot 3,3 \text{ млн. тг} = 13\,356 \text{ тг./год}; \quad (60)$$

$$I_{\text{экс.обор}} = E_{\text{экс.обор}} \cdot K_{обор} = 0,04 \cdot 105,3 \text{ млн. тг} = 4,2 \text{ млн. тг./год}; \quad (61)$$

$$I_{\text{экс.}\Sigma} = I_{\text{экс.л\acute{e}n}} + I_{\text{экс.обор}} = 13\,356 + 4,2 \text{ млн. тг} = 4,21 \text{ млн. тг./год}. \quad (62)$$

Издержки, вызванные потерями электроэнергии в проектируемой электроустановке за год ($C_o = 28 \text{ тг./кВт}\cdot\text{ч}$):

$$I_{\text{пот}} = C_o \cdot (\Delta W_{\text{тр.гпп}} + \Delta W_{\text{л\acute{e}n}}) \quad (63)$$

$$I_{\text{пот}} = 28 \cdot (172198 + 51308) = 6,2 \text{ млн. тг./год}$$

Суммарные расходы:

$$I_{\Sigma} = I_{a\Sigma} + I_{\text{экс}\Sigma} + I_{\text{пот}} \quad (64)$$

$$I_{\Sigma} = 6,7 \text{ млн. тг} + 4,21 \text{ млн. тг} + 6,2 \text{ млн. тг} = 17,1 \text{ млн. тг./год}$$

Приведенные суммарные затраты:

$$Z_{\Sigma} = E_n \cdot K_{\Sigma} + I_{\Sigma} \quad (65)$$

$$Z_{\Sigma} = 0,12 \cdot 105,3 \text{ млн. тг} + 17,1 \text{ млн. тг} = 29,7 \text{ млн. тг./год}$$

E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, для расчетов электроэнергетике $E_n = 0,12 \text{ 1/год}$.

2.2 Второй вариант внешнего электроснабжения

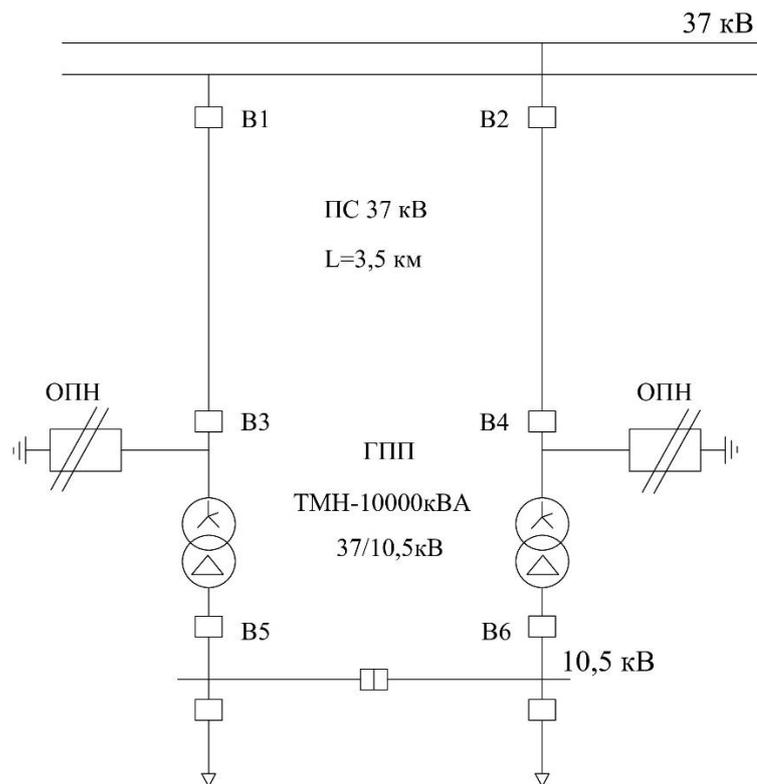


Рисунок 2.3 - II вариант схемы электроснабжения

Выбираем электрооборудования к II варианту, аналогично как в I варианте:

Таблица 2.2 – Выбор электрооборудования

Электрооборудования	Паспортные данные(марка)
Трансформатор	ТМН –10000/37/10.5;
ЛЭП 37кВ	АС –35/6,2
Вакуумные выключатели	ZW37BEL-40.5
ОПН	ОПН 35У1

2.2.1 Расчет технико-экономических показателей ЛЭП-37 кВ

Определим капитальные затраты на выбранное оборудование:

Таблица 2.3 – Затраты на оборудования 37 кВ

Оборудование	Затраты, млн тг
Выключатели В1-2, В3-4 и В5-6	9
Ограничители перенапряжений ОПН1-2	24
Трансформаторы	54
ЛЭП-37кВ	3,5
Суммарные капитальные вложения	90,5

Таблица 2.4 – Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления	
ЛЭП	98 166 тг/год
Оборудования	5,7 млн тг/год
$I_{a\Sigma}$, млн.тг/ год	5,8 млн
Издержки на эксплуатацию	
ЛЭП	14 023 тг./год;
Оборудования	3,6 млн.тг/год
$I_{экс.\Sigma}$, млн.тг/год	3,63
Суммарные расходы	
$I_{пт}$, млн.тг/год	15,1
I_{Σ} , млн.тг/год	24,7
Z_{Σ} , млн.тг/год	35,5

2.3 Третий вариант внешнего электроснабжения

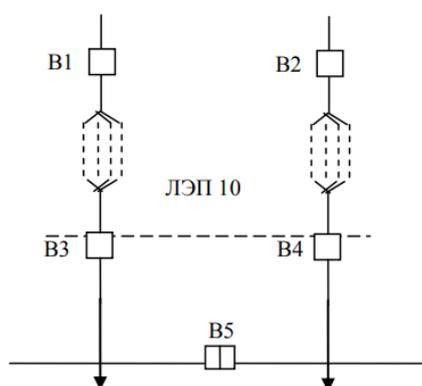


Рисунок 2.4 - III вариант схемы электроснабжения

Выбираем электрооборудование к III варианту, аналогично как в I варианте:

Таблица 2.5 – Выбор электрооборудования

Электрооборудования	Паспортные данные (марка)
ЛЭП 10,5кВ	3хАС –70/11
Вакуумные выключатели В1-2, В3-4:	ВБПВ-10-20/1600У3

2.3.1 Расчет технико-экономических показателей ЛЭП-10,5 кВ

Определим капитальные затраты на выбранное оборудование:

Таблица 2.6 – Затраты на оборудования 10,5 кВ

Оборудование	Затраты, млн тг
Выключатели В1-2, В3-4	4
ЛЭП-10,5кВ	3,8
Суммарные капитальные вложения	7,8

Таблица 2.7 - Амортизационные отчисления

Амортизационные отчисления	
ЛЭП	106 400 тг/год
Оборудования	252 000 тг/год
$I_{a\Sigma}$, млн.тг/ год	358 400
Издержки на эксплуатацию	
ЛЭП	15 200 тг./год;
Оборудования	312 000 тг/год
$I_{экс.\Sigma}$, млн.тг/год	327 200
Суммарные расходы	
$I_{пт}$, млн.тг/год	21,16
I_{Σ} , , млн.тг/год	21,8
Z_{Σ} , млн.тг/год	22,7

Составим сводную таблицу по трем вариантам.

Таблица 2.8 - Результаты ТЭР

Вариант	$U_{\text{нм}}$, кВ	K_{Σ} , млн тг	I_{Σ} , млн тг	Затраты, млн тг
I	115	105,3	17,1	29,7
II	37	90,5	24,7	35,5
III	10,5	7,8	21,8	22,7

Выбираем III вариант, так как приведенные затраты дешевле.

3 Выбор оборудования и расчет токов короткого замыкания на шинах 10 кВ

3.1 Расчет тока короткого замыкания на шинах ГРП

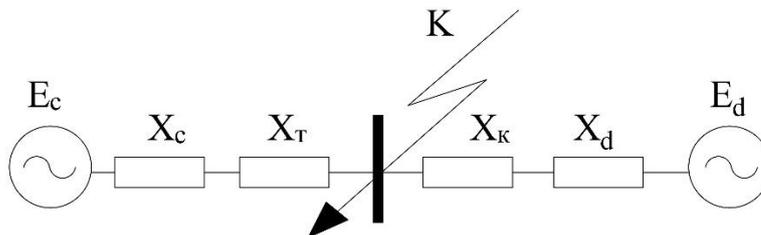


Рисунок 3.1 - Схема замещения

Найдем параметры схемы замещения при данных:

$$S_{\sigma} = 1000 \text{ МВА}; x_c = 1,25 + 0,9 = 2,15 \text{ о.е.}; U_{\sigma} = 10,5 \text{ кВ.}$$

$$I_{\sigma} = S_{\sigma} / \sqrt{3} \cdot U_{\sigma} = 1000 / \sqrt{3} \cdot 10,5 = 55 \text{ кА,}$$

$$X_T = U_k \cdot S_{\sigma} / 100 \cdot S_H = 10,5 \cdot 1000 / 100 \cdot 10 = 10,5 \text{ о.е.}$$

Ток короткого замыкания от системы:

$$I_{кс} = I_{\sigma} / (x_c + x_T) = 55 / (2,15 + 10,5) = 4,34 \text{ кА.} \quad (66)$$

Найдем сопротивление кабеля к СД:

$$I_p = S_p / \sqrt{3} \cdot U_{\sigma} = 542,5 / \sqrt{3} \cdot 10,5 = 29,8 \text{ А,} \quad (67)$$

$$F_{\min} = \alpha \cdot I_k \cdot \sqrt{t_n} = 12 \cdot 4,34 \cdot \sqrt{0,8} = 30,3 \text{ мм}^2. \quad (68)$$

Выбираем кабель ААШнг-10-(3х35) с $I_{\text{дл}} = 110 \text{ А}$.

$$x_{\text{уд}} = 0,095 \text{ Ом/км.}$$

$$x_k = L \times x_{\text{уд}} \times \frac{S_{\sigma}}{N \times U_{\text{ср}}^2} = 3,5 \cdot 0,095 \cdot \frac{1000}{2 \cdot 10^2} = 1,66 \text{ о.е.} \quad (69)$$

Найдем параметры СД.

$$x_d = x_d^{\text{II}} \cdot S_{\sigma} / S_H = 0,2 \cdot 1000 / 0,542 = 369 \text{ о.е.} \quad (70)$$

Ток короткого замыкания:

$$I_{кд} = I_6 \cdot N / (x_k + x_d) = 55 \cdot 2 / (1,66 + 369) = 0,29 \text{ кА}, \quad (71)$$

$$I_k = I_{кз} + I_{кд} = 4,34 + 0,29 = 4,63 \text{ кА}, \quad (72)$$

$$I_y = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_k = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 4,63 = 11,7 \text{ кА}. \quad (73)$$

3.2 Выбор выключателей

Вводные: $S_p = 11424 \text{ кВА}$.

Расчетный ток: $I_p = S_p / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_n = 11424 / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5 = 314 \text{ А}$.

Аварийный ток: $I_a = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 314 = 628 \text{ А}$.

Принимаем вакуумный выключатель ВВ-ЧЭАЗ-2-10-20/630.

Проверим выбранный выключатель:

Таблица 3.1 – Сравнение паспортных и расчетных данных выключателя

Паспортные	Расчетные
$U_n = 10,5 \text{ кВ}$	$U = 10,5 \text{ кВ}$
$I_n = 630 \text{ А}$	$I_{ав} = 628 \text{ А}$
$I_{ткл} = 20 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4,63 \text{ кА}$
$I_{терм} = 20 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4,63 \text{ кА}$
$I_{дин} = 51 \text{ кА}$	$I_y = 11,7 \text{ кА}$

Секционный выключатель:

Через секционный выключатель проходит половина мощности, проходящей через вводные выключатели. Следовательно, расчетный ток, проходящий через выключатель: $I_p = 314 \text{ А}$.

Принимаем вакуумный выключатель ВВ-ЧЭАЗ-2-10-20/630.

Проверим выбранный выключатель:

Таблица 3.2 – Проверка выбранного выключателя

Паспортные	Расчетные
$U_n = 10,5 \text{ кВ}$	$U = 10,5 \text{ кВ}$
$I_n = 630 \text{ А}$	$I_p = 314 \text{ А}$
$I_{ткл} = 20 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4,63 \text{ кА}$
$I_{терм} = 20 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4,63 \text{ кА}$
$I_{дин} = 51 \text{ кА}$	$I_y = 11,7 \text{ кА}$

Выбор выключателей отходящих линий:

1) Магистраль ГРП-ТП1-3.

$$S_p = \sqrt{(P_p + \Delta P_T)^2 + (Q_p + \Delta Q_T)^2} \quad (74)$$

$$S_p = \sqrt{(4427 + 54)^2 + (1813 + 269)^2} = 4941 \text{ кВА.}$$

$$I_p = S_p / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H = 4941 / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5 = 135 \text{ А.}$$

Аварийный ток:

$$I_{ав} = 2 \times I_p = 2 \times 135 = 270 \text{ А.}$$

Принимаем вакуумный выключатель ВВ-ЧЭАЗ-2-10-20/630.

Проверим выбранный выключатель:

Таблица 3.3 – Проверка выбранного выключателя

Паспортные	Расчетные
$U_H = 10,5 \text{ кВ}$	$U = 10,5 \text{ кВ}$
$I_H = 630 \text{ А}$	$I_p = 135 \text{ А}$
$I_{ТКЛ} = 20 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4,63 \text{ кА}$
$I_{Терм} = 20 \text{ кА}$	$I_{кз} = 4,63 \text{ кА}$
$I_{дин} = 21 \text{ кА}$	$I_y = 11,7 \text{ кА}$

2) Магистраль ГРП-ТП4-5.

Аналогично как в ГРП-ТП-1-3 принимаем вакуумный выключатель ВВ-ЧЭАЗ-2-10-20/630.

3) Магистраль ГРП-ТП6-7.

Аналогично как в ГРП-ТП-1-3 принимаем вакуумный выключатель ВВ-ЧЭАЗ-2-10-20/630.

4) Магистраль ГРП-СД.

$$I_p = S_p / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_H = 1085 / 2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10,5 = 30 \text{ А.}$$

Аварийный ток:

$$I_{ав} = 2 \times I_p = 2 \times 30 = 60 \text{ А.}$$

Принимаем вакуумный выключатель ВВ-ЧЭАЗ-2-10-20/630.

3.3 Выбор кабелей отходящих линий

Условия выбора кабелей:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{I_{\text{P}}}{J_{\text{ЭК}}}; \quad (75)$$

$$I_{\text{P}} < I_{\text{доп}}$$

$$I_{\text{ав}} < 1,3 \cdot I_{\text{доп}},$$

где $J=1,2 \text{ А/мм}^2$ экономическая плотность тока.

$$S_{\text{терм}} = 12 \cdot 4,63 \cdot \sqrt{0,8} = 49,69 \text{ мм}^2;$$

СД:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{30}{1,2} = 25 \text{ мм}^2;$$

Принимаем кабель ААШнг-10-(3х25) с $I_{\text{доп}}=91 \text{ А}$.

$$I_{\text{доп}}=91 \cdot 0,8=72,8 \text{ А} > I_{\text{P}}=30 \text{ А}.$$

где $K_{\text{п}}=0,8$ – поправочный коэффициент при числе кабелей в траншее $N=4$.

ТП1-3:

$$S_{\text{ЭК}} = \frac{135}{1,2} = 112,5 \text{ мм}^2;$$

Принимаем кабель ААШнг-10-(3х150) с $I_{\text{доп}}=246 \text{ А}$.

$$I_{\text{доп}}=246 \cdot 0,9=221,4 \text{ А} > I_{\text{P}}=135 \text{ А},$$

$$1,3 \cdot I_{\text{доп}}=1,3 \cdot 221,4=287,8 \text{ А} > I_{\text{ав}}=270 \text{ А}.$$

где $K_{\text{п}}=0,9$ – поправочный коэффициент при числе кабелей в траншее $N=2$.

ТП4-5:

$$S_{\text{эк}} = \frac{58}{1,2} = 48,3 \text{ мм}^2;$$

Принимаем кабель ААШнг-10-(3х50) с $I_{\text{дп}}=134\text{А}$.

$$I_{\text{дп}} = 134 \cdot 0,9 = 120,6 \text{ А} > I_{\text{р}} = 58 \text{ А},$$

$$1,3 \cdot I_{\text{дп}} = 1,3 \cdot 120,6 = 156,7 \text{ А} > I_{\text{ав}} = 116 \text{ А}.$$

где $K_{\text{п}}=0,9$ – поправочный коэффициент при числе кабелей в траншее $N=2$.

ТП6-7:

$$S_{\text{эк}} = \frac{84}{1,2} = 70 \text{ мм}^2;$$

Принимаем кабель ААШнг-10-(3х70) с $I_{\text{дп}}=162 \text{ А}$.

$$I_{\text{дп}}=162 \cdot 0,9=145,8 \text{ А} > I_{\text{р}}= 84 \text{ А}.$$

$$1,3 \cdot I_{\text{дп}}=1,3 \cdot 145,8=189,5 \text{ А} > I_{\text{ав}}= 168 \text{ А}.$$

где $K_{\text{п}}=0,9$ – поправочный коэффициент при числе кабелей в траншее $N=2$.

Результаты выбора занесем в таблицу 3.1.

Таблица 3.4 – Кабельный журнал

Наименование участка	$S_{\text{р}},$ кВА	N	$K_{\text{п}}$	Нагрузка		По экон. пл. тока, мм ²		По току $K_{\text{з}},$ мм ²		Выбранный кабель	$I_{\text{дп}},$ А
				$I_{\text{р}},$ А	$I_{\text{ав}},$ А	$j_{\text{э}},$	$F_{\text{э}},$ мм ²	$I_{\text{к}},$ кА	$S,$ мм ²		
ГРП-СД	542,5	2	0,8	30	-	1,2	25	4,63	25	ААШнг-10-(3х25)	91
ГРП-ТП1-3	4784	2	0,9	135	270	1,2	112,5	4,63	112,5	ААШнг-10-(3х150)	246
ГРП-ТП4-5	2762	2	0,9	58	116	1,2	48,3	4,63	48,3	ААШнг-10-(3х50)	134
ГРП-ТП6-7	2959	2	0,9	84	168	1,2	70	4,63	70	ААШнг-10-(3х70)	162

3.4 Выбор выключателей нагрузок на ТП

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 55 \text{ А.}$$

Для всех трансформаторов выбираем выключатели: ВМП-17 с ПК-10/100.

3.5 Выбор автоматических выключателей на ТП

$$I_p = \frac{S_H}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 1519 \text{ А.}$$

Выбираем ВА88-43 с $I_{дп} = 1600 \text{ А}$.

3.6 Выбор трансформаторов тока

Трансформаторы тока выбираются по следующим условиям:

- 1) по напряжению установки: $U_{нм \text{ тт}} \geq U_{нм \text{ уст-ки}}$;
- 2) по току: $I_{нм \text{ тт}} \geq I_{\text{расч}}$;
- 3) по электродинамической стойкости:
- 4) по вторичной нагрузке: $S_{н2} \geq S_{\text{нагр расч}}$;
- 5) по термической стойкости: $I_T^2 t_T > B_K$;
- 6) по конструкции и классу точности.

Выбор трансформаторов тока на вводе и секционном выключателе

Таблица 3.5 – Трансформатор тока на вводе и секционном выключателе

Прибор	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-525	0,5	0,5	0,5
W_h	СА3-И670	2	2	2
$V_{\text{арh}}$	СР4-И673	2,3	2,3	2,3
W	Д-355	0,5	-	0,5
$V_{\text{ар}}$	Д-345	0,5	-	0,5
Итого		5,8	4,8	5,8

Рассчитаем вторичную нагрузку трансформаторов тока, сопротивление которой состоит из сопротивления приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{прв}} + R_{\text{к-тв.}} \quad (76)$$

Сопротивление приборов определяется по данной формуле:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{5,8}{5^2} = 0,23 \text{ Ом}; \quad (77)$$

$$r_{2 \text{ н}} = \frac{S_{2 \text{ н тт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом}. \quad (78)$$

где $S_{\text{приб}}$ – мощность, потребляемая приборами;
 I_2 – вторичный номинальный ток прибора.

Допустимое сопротивление проводов:

$$r_{\text{дошпр}} = r_{2 \text{ н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,23 - 0,1 = 0,47 \text{ Ом}, \quad (79)$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 3,5}{0,47} = 0,20 \text{ мм}^2. \quad (80)$$

Принимаем кабель АКРВБГ, $F = 1,5 \text{ мм}^2$;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 3,5}{1,5} = 0,0653 \text{ Ом}, \quad (81)$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{пров}} + R_{\text{к-тв}} = 0,23 + 0,0653 + 0,1 = 0,39 \text{ Ом}, \quad (82)$$

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кз}}^2 \times (t_{\text{тк}} + T_{\text{а}}) = 4,98^2 \times (0,095 + 0,04) = 3,35 \text{ кА}^2\text{с}. \quad (83)$$

Примем трансформатор тока ТОЛ-10.

Таблица 3.6 – Сравнение расчетных и тех.данных трансформатора тока

Расчетные величины	По каталогу
$U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}$	$U_{\text{н}} = 10 \text{ кВ}$
$I_{\text{ав}} = 1102 \text{ А}$	$I_{\text{н}} = 1500 \text{ А}$
$B_{\text{к}} = 3,35 \text{ кА}^2\text{с}$	$I_{\text{т}}^2 t_{\text{т}} = 33075 \text{ кА}^2\text{с}$
$i_{\text{уд}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{дин}} = 52 \text{ кА}$
$Z_{2\text{P}} = 0,39 \text{ Ом}$	$Z_{2\text{H}} = 0,8 \text{ Ом}$

Таблица 3.7 – Трансформатор тока на линии ГРП-ТП1-3

Прибор	Тип	А, ВА	В,ВА	С, ВА
А	Э-525	0,5	0,5	0,5
W _h	СА3-И670	2	2	2
V _{арh}	СР4-И673	2,3	2,3	2,3
W	Д-355	0,5	-	0,5
V _{ар}	Д-345	0,5	-	0,5
Итого		5,8	4,8	5,8

Рассчитаем вторичную нагрузку трансформаторов тока.

Сопротивление вторичной нагрузки состоит из сопротивления приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов:

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{прв}} + R_{\text{к-тв}}$$

Сопротивление приборов определяется по формуле:

$$r_{\text{приб}} = \frac{S_{\text{приб}}}{I_2^2} = \frac{5,8}{5^2} = 0,23 \text{ Ом}; \quad r_{2 \text{ н}} = \frac{S_{2 \text{ нпт}}}{I_2^2} = \frac{20}{5^2} = 0,8 \text{ Ом},$$

где $S_{\text{приб}}$ – мощность, потребляемая приборами;

I_2 – вторичный номинальный ток прибора.

Допустимое сопротивление проводов:

$$r_{\text{доппр}} = r_{2 \text{ н}} - r_{\text{приб}} - r_{\text{кон}} = 0,8 - 0,23 - 0,1 = 0,47 \text{ Ом}.$$

$$F_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{r_{\text{доп}}} = \frac{0,028 \times 3,5}{0,47} = 0,20 \text{ мм}^2.$$

Принимаем кабель АКРВБГ; $F=1,5 \text{ мм}^2$;

$$R_{\text{пров}} = \frac{\rho \times L}{F} = \frac{0,028 \times 3,5}{1,5} = 0,0653 \text{ Ом}.$$

$$R_2 = R_{\text{приб}} + R_{\text{прв}} + R_{\text{к-тв}} = 0,23 + 0,0653 + 0,1 = 0,39 \text{ Ом}.$$

$$B_{\text{к}} = I_{\text{кз}}^2 \times (t_{\text{тк}} + T_{\text{а}}) = 4,98^2 \times (0,095 + 0,04) = 3,35 \text{ кА}^2\text{с}.$$

Примем трансформатор тока ТОЛ-10.

Таблица 3.8 – Сравнение расчетных и тех.данных трансформатора тока

Расчетные величины	По каталогу
$U_H=10$ кВ $I_{ав}=228$ А $B_k=3,35$ кА ² с $i_{уд}=10$ кА $Z_{2P}=0,39$ Ом	$U_H=10$ кВ $I_H=400$ А $I_T^2 t_T=33075$ кА ² с $I_{дин}=52$ кА $Z_{2H}=0,8$ Ом

Таблица 3.9 – Трансформатор тока на линии ГРП-ТП4-5

Прибор	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-525	0,5	0,5	0,5
W _h	СА3-И670	2	2	2
V _{arh}	СР4-И673	2,3	2,3	2,3
W	Д-355	0,5	-	0,5
V _{ar}	Д-345	0,5	-	0,5
Итого		5,8	4,8	5,8

Рассчитаем вторичную нагрузку трансформаторов тока аналогично как в ГРП-ТП1-3.

Принимаем кабель АКРВБГ; $F=1,5$ мм²;

Примем трансформатор тока ТПЛК-10У3

Таблица 3.10 – Трансформатор тока на линии ГРП-ТП6-7

Прибор	Тип	А, ВА	В, ВА	С, ВА
А	Э-525	0,5	0,5	0,5
W _h	СА3-И670	2	2	2
V _{arh}	СР4-И673	2,3	2,3	2,3
W	Д-355	0,5	-	0,5
V _{ar}	Д-345	0,5	-	0,5
Итого		5,8	4,8	5,8

Рассчитаем вторичную нагрузку трансформаторов тока аналогично как в ГРП-ТП1-3.

Принимаем кабель АКРВБГ; $F=1,5$ мм²;

Примем трансформатор тока ТОЛ-10.

Таблица 3.11 – Трансформатор тока на линии ГРП-СД

Прибор	Тип	А, ВА	В,ВА	С, ВА
А	Э-525	0,5	0,5	0,5
W _h	СА3-И670	2	2	2
V _{arh}	СР4-И673	2,3	2,3	2,3
W	Д-355	0,5	-	0,5
V _{ar}	Д-345	0,5	-	0,5
Итого		5,8	4,8	5,8

Рассчитаем вторичную нагрузку трансформаторов тока аналогично как в ГРП-ТП1-3.

Сопротивление вторичной нагрузки состоит из сопротивления приборов, соединительных проводов и переходного сопротивления контактов:

Принимаем кабель АКРВБГ; $F=1,5\text{мм}^2$;

Примем трансформатор тока ТОЛ-10.

Для всех элементов СЭС ТА: ТЗЛ-6.

3.7 Выбор трансформаторов напряжения

Трансформаторы напряжения выбираются по следующим условиям:

- 1) по напряжению установки: $U_{\text{нм}} \geq U_{\text{уст}}$;
- 2) по вторичной нагрузке: $S_{\text{нм}2} \geq S_{2\text{расч}}$;
- 3) по классу точности;
- 4) по конструкции и схеме соединения;

Таблица 3.12 – Выбор трансформаторов

Прибор	Тип	S _{б-ки} , ВА	Число об-к	cosφ	sinφ	Число приборо в	P _{бш} , Вт	Q _{сум} , Вар
V	Э-335	3	1	1	0	1	3	-
W	Д-335	2,5	2	0,4	0,93	6	12	23
V _{ar}	И-335	2,5	2	0,4	0,93	6	12	23
W _h	СА3- И681	2	2	0,4	0,93	6	9	27
V _{arh}	СР4- И689	2	2	0,4	0,93	6	9	27
Итого							45	100

Расчетная вторичная нагрузка:

$$S_{2p} = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{45^2 + 100^2} = 110 \text{ ВА.}$$

Принимаем ТН типа НАМИТ-10.

3.8 Выбор шин ГРП

Сечение шин следует выбирать по длительно допустимому току и экономической целесообразности. Проверку шин производят на электродинамическую и термическую стойкость к токам КЗ.

Выбираем твердотянутые алюминиевые шины прямоугольного сечения марки АТ 80х6 мм; $I_{дп} = 1170 \text{ А}$ (одна полоса на фазу), $I_{ав} = 1120 \text{ А}$; $i_{уд} = 10 \text{ кА}$.

а) проверка по аварийному току:

$$I_{дп} = 1170 \text{ А} \geq I_{ав} = 1120 \text{ А};$$

б) проверка по механической стойкости: $\sigma_{дп} = 91 \text{ кг*с/см}^2$:

$$i_{дин} = 40 \text{ кА} \geq i_{уд} = 10 \text{ кА};$$

в) проверка по механической стойкости:

$$\sigma_{расч} = \frac{F_p * L}{10\omega}; \quad (84)$$

$$\omega = \frac{b * h^2}{6} = \frac{0,8 * 6^2}{6} = 4,8 \text{ см}^2; \quad (85)$$

$$F_p = \frac{1,76 * 10^{-2} * i_{уд}^2 * L}{a} = \frac{1,76 * 10^{-2} * 10^2 * 0,3}{0,08} = 6,6 \text{ кг * с}; \quad (86)$$

$$F_{min} = \alpha * I_k * \sqrt{t} = 12 * 4,98 * \sqrt{0,8} = 53,5 \text{ мм}^2 \leq 480 \text{ мм}^2 (80 \times 6);$$

$$\sigma_{расч} = \frac{8,8 * 80}{10 * 4,8} = 14,67 \frac{\text{кг * с}}{\text{см}^2};$$

$$\sigma_{доп} = 91 \frac{\text{кг * с}}{\text{см}^2}.$$

где $a = 0,08 \text{ м}$ - расстояние между изоляторами;

$L = 0,3 \text{ м}$ - длина шины;

$b = 6 \text{ мм}$ - ширина одной полосы;

$h = 0,8$ мм - высота шины.

Из условий получаем, что шины динамически устойчивы.

3.9 Выбор изоляторов ГРП

Жесткие шины крепятся на опорных изоляторах, выбор которых производится по следующим условиям:

а) по номинальному напряжению: $U_{\text{нм}} \geq U_{\text{уст}}$;

б) по допустимой нагрузке: $F_{\text{дп}} \geq F_{\text{расч}}$.

где $F_{\text{расч}}$ – сила, действующая на изолятор;

$F_{\text{дп}}$ – допустимая нагрузка на головку изолятора,

$F_{\text{дп}} = 0,6 * F_{\text{разруш}}$;

$F_{\text{разруш}}$ – разрушающая нагрузка на изгиб.

$$F_{\text{расч}} = \frac{\sqrt{3} * 10^{-1} * i^2 * L}{a} = \frac{\sqrt{3} * 10^{-1} * 10^2 * 0,4}{0,25} = 27,2 \text{ кг * с};$$

Выбираем изолятор типа ИО-10-3,75 УЗ с $F_{\text{разр}} = 3750 \text{ кг * с}$.

$$F_{\text{дп}} = 0,6 * F_{\text{разруш}} = 2250 \text{ кг * с. } (>27,2 \text{ кг * с})$$

Условие выполняется.

По расчетным данным и выбранному оборудованию построена однолинейная схема электроснабжения промышленной базы, схема представлен на рисунке 3.1.

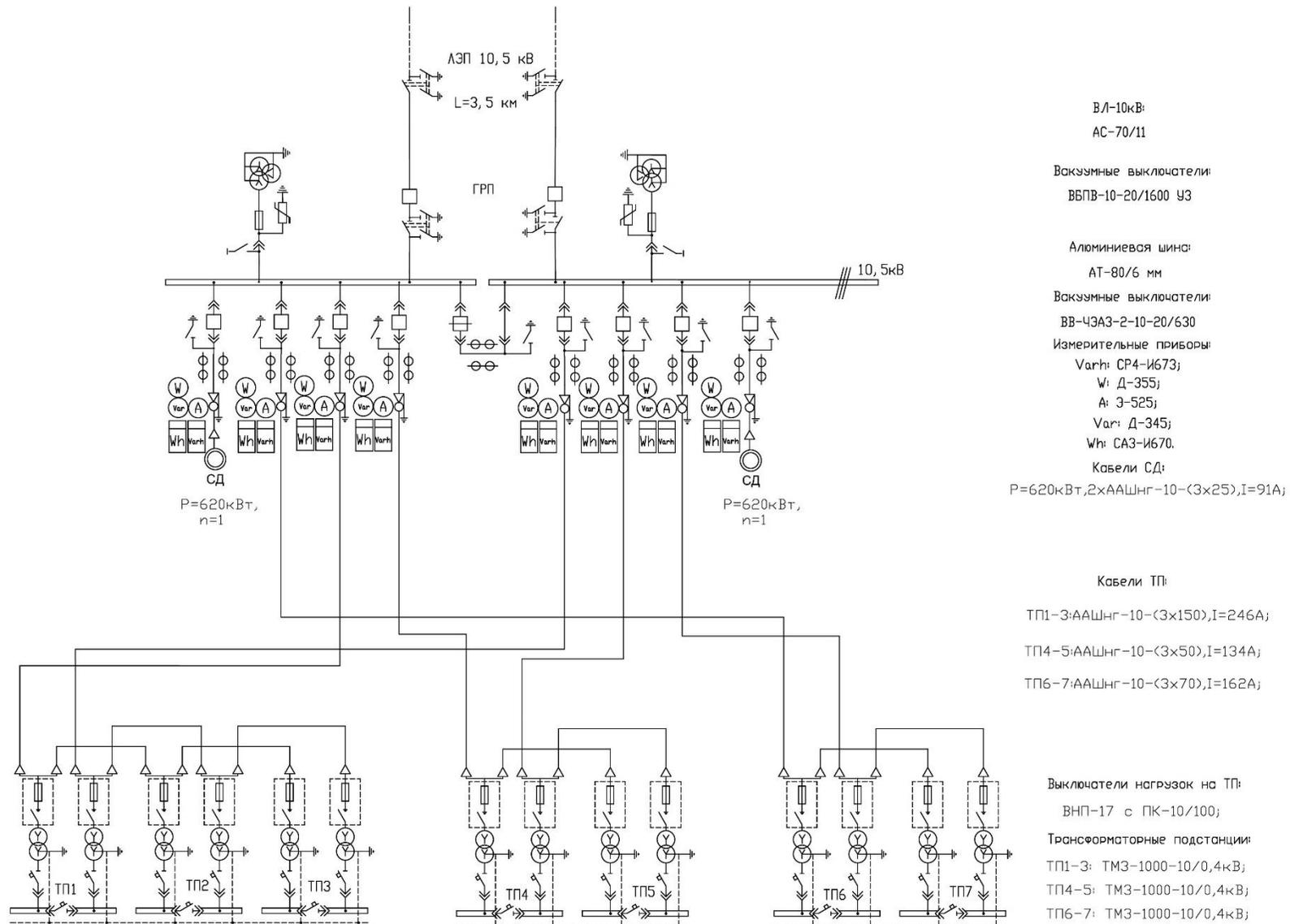


Рисунок 3.1 – Однолинейная схема электроснабжения промышленной базы

4 Специальная часть. Проектирование освещения основных цехов промышленной базы

Для промышленной базы необходимо разработать схему освещения основных цехов и смоделировать её с помощью программы DIALux evo. Выполнить следующие задачи:

- 1) Указать применимые стандарты и требования к освещению промышленных предприятий.
- 2) Выбирая осветительные приборы, смоделировать и рассчитать уровень освещенности с использованием программы DIALux evo.
- 3) С помощью DIALux evo разработать схему прокладки кабельных трасс.

4.1 Применимые стандарты и требований к освещению

В соответствии с СНиП П-4-79, освещение делится на четыре категории:

1) Рабочее освещение – обеспечивает необходимые условия при нормальной работе осветительных установок. Обязательно во всех помещениях.

2) Охранное освещение – вид рабочего освещения, предназначенный для освещения охраняемых границ промышленных предприятий.

3) Аварийное освещение – гарантирует минимально необходимые условия освещения для продолжения работы при временном отключении рабочего освещения, когда его отсутствие может вызвать серьезные последствия для людей, производственных процессов и жизненно важных объектов предприятия.

4) Эвакуационное освещение – обеспечивает безопасную эвакуацию людей из помещений и открытых пространств при аварийном отключении рабочего освещения. Оно необходимо во всех производственных помещениях с числом работающих более 50 человек, в остальных помещениях с числом работающих более 100 человек, а также на путях эвакуации.

На основании вышесказанного, для всего цеха выбираем рабочее и аварийное освещение. Система освещения будет общей и равномерной, с учетом технологии производства и равномерного размещения рабочих мест.

Ниже указаны нормируемые показатели освещения общепромышленных помещений и сооружений по СНиП РК 2.04-05-2002:

Таблица 4.1 – рекомендуемые нормируемые показатели освещения общепромышленных помещений и сооружений

Наименование помещений	Рабочая поверхность и плоскость на которой нормируется освещенность, м	Нормируемая освещенность, лк
Склад готовой продукции	Г - пол	75
Гараж	Г – пол	200
Блок цеха ЖБИ	Г – пол	200
Сушильная камера	Г – пол	100

Таблица 4.2 – рекомендуемые нормируемые показатели освещения вспомогательных зданий

Наименование помещений	Рабочая поверхность и плоскость на которой нормируется освещенность, м	Нормируемая освещенность, лк
Административные здания		
Кабинеты и рабочие комнаты	Г – 0,8	300
Комната отдыха	Г – 0,0	150
Комната приема пищи	Г – 0,8	200
Прочие помещения производственных и вспомогательных зданий		
Сан/узел	Г – 0,0	75
Коридоры	Г – 0,0	150
Тамбур	Г – 0,0	75

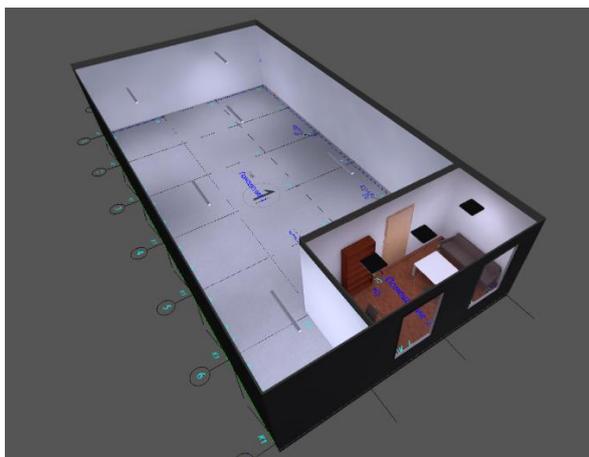
4.2 Моделирование и расчет освещенности в программе DIALux evo

Процесс моделирования в DIALux evo начинается с создания нового проекта, задавая основные параметры помещения, такие как размеры и высота потолков. Также определяются материалы и их отражающие способности для точности расчетов освещенности. После настройки объекта выбираются и размещаются осветительные приборы. DIALux evo предлагает широкий ассортимент оборудования от различных производителей, позволяя выбирать и размещать приборы вручную или автоматически для оптимального распределения света. Далее определяются зоны освещения и целевые параметры освещенности для каждой из них. Программа рассчитывает освещенность с учетом прямого и отраженного света, что дает точные данные

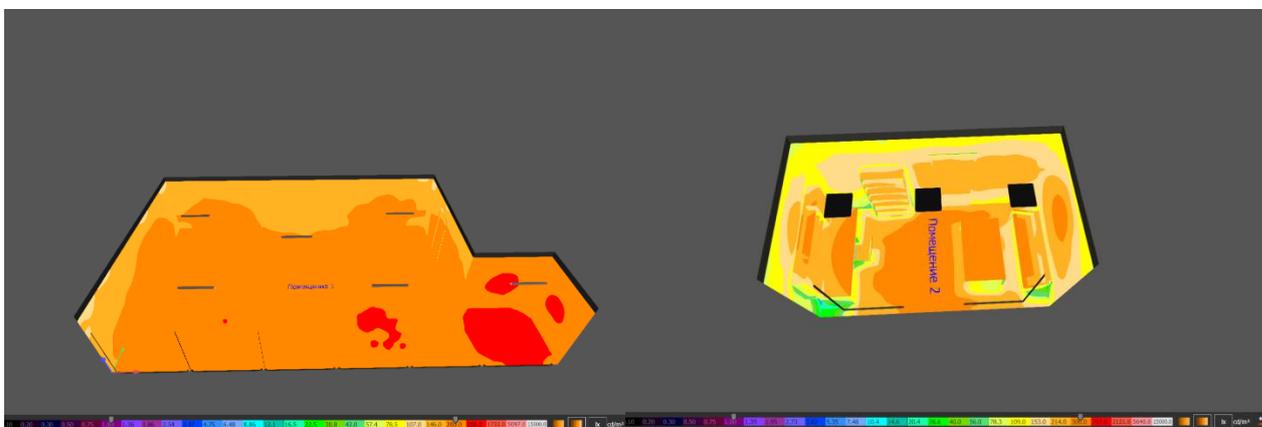
о распределении светового потока. После расчетов пользователю предоставляется отчет с визуализацией распределения света. DIALux evo позволяет анализировать результаты и оптимизировать расположение осветительных приборов для достижения лучших показателей.

Ниже представлены модели помещений автогаража, склада готовой продукции, административного корпуса и блока цеха ЖБИ.

4.2.1 Автогараж



а)



б)

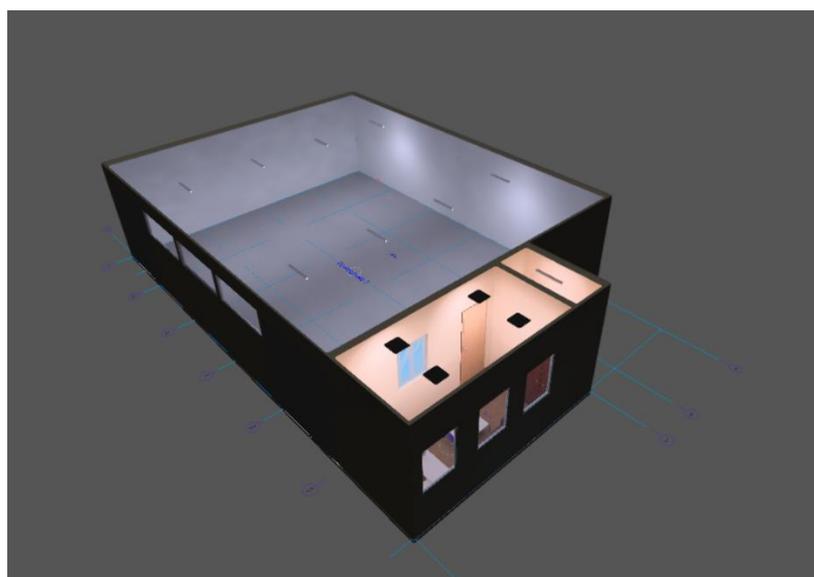
а – общий вид автогаража; б – распределение света в эффективных цветах.

Рисунок 4.1- Вид автогаража по программе DIALux evo

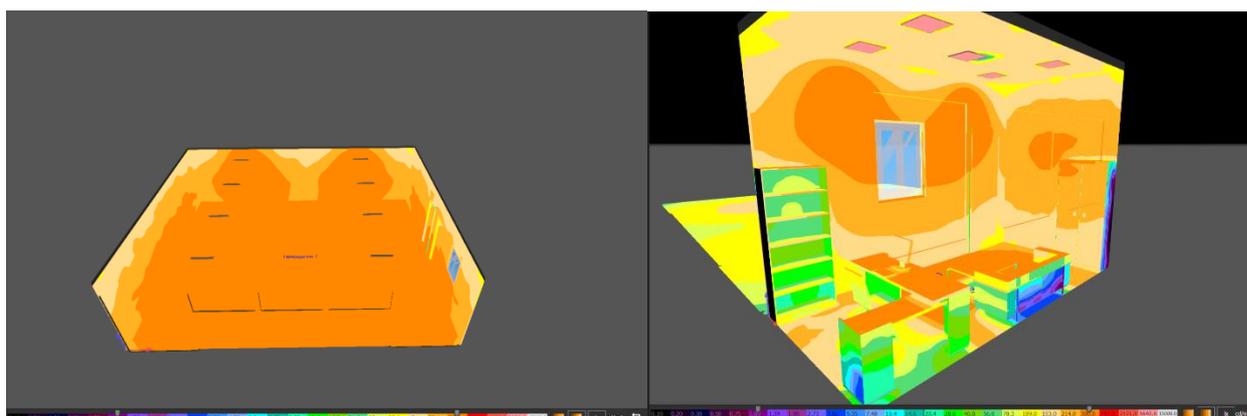
Таблица 4.3 – Перечень светильников

Кол-во	Производитель	Изделия	$P_{\text{всег}}$, Вт	$\Phi_{\text{всег}}$, лм	Светоотдача, лм/Вт
6	ENSTO	FLIP FL15 3RW90F	108,0	15540	143,9
3	ENSTO	FRIDA FRI6X6V50ED	33,0	5090	154,2

4.3.2. Склад готовой продукции



а)



б)

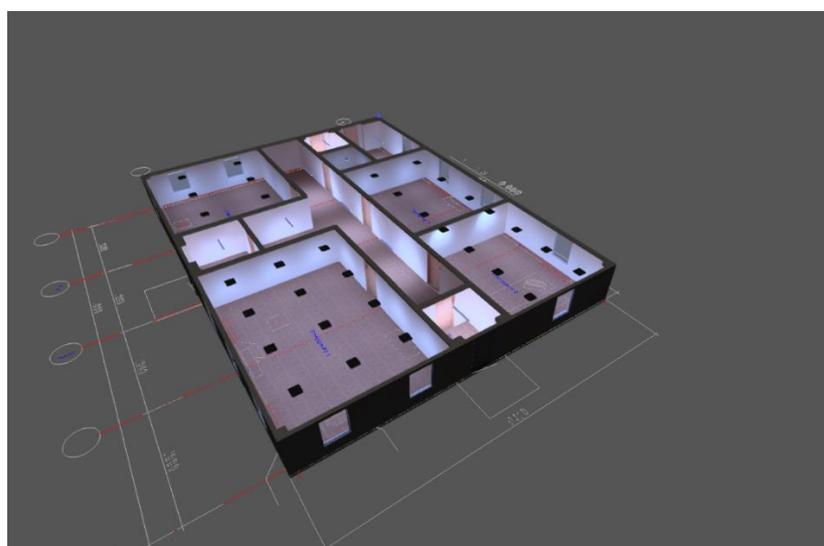
а – общий вид склада готовой продукции; б – распределение света в эффективных цветах.

Рисунок 4.2- Вид склада по программе DIALux evo

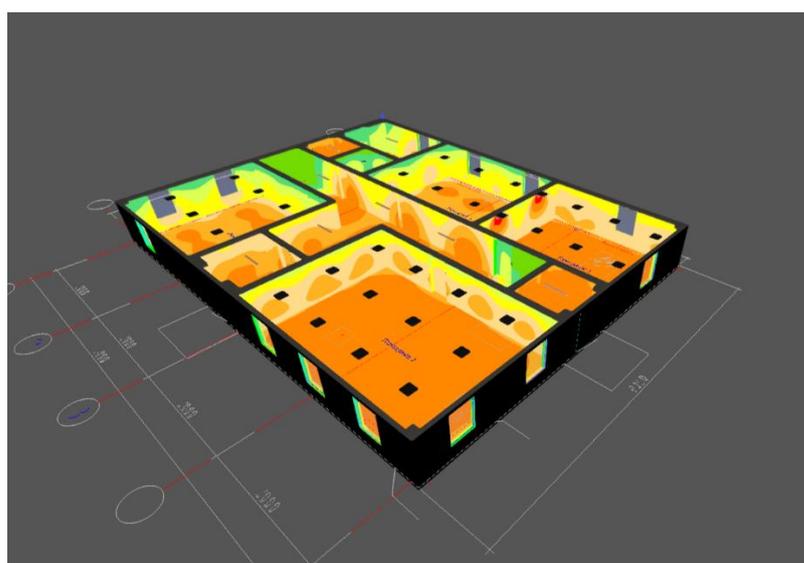
Таблица 4.4 – Перечень светильников

Кол-во	Производитель	Изделия	$P_{\text{всег}}$, Вт	$\Phi_{\text{всег}}$, лм	Светоотдача, лм/Вт
1	ENSTO	FLIP FL12 3RM60F	26,0	4190	161,2
8	ENSTO	FLIP FL12 3RM60F	38,0	6030	158,7
5	ENSTO	FRIDA FRI6X6V50ED	33,0	5090	154,2

4.2.3. Административный корпус



а)



б)

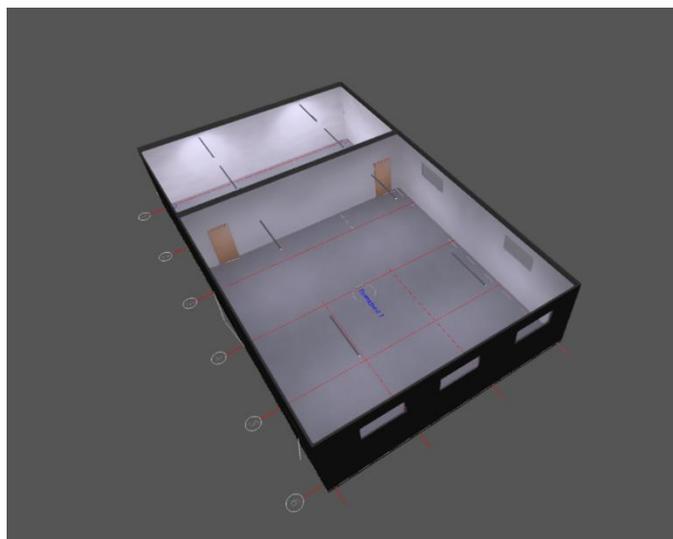
a – общий вид административного корпуса; *б* –распределение света в эффективных цветах.

Рисунок 4.3- Вид административного корпуса по программе DIALux evo

Таблица 4.5 – Перечень светильников

Кол-во	Производитель	Изделия	$P_{\text{всег}}$, Вт	$\Phi_{\text{всег}}$, лм	Светоотдача, лм/Вт
8	ENSTO	FLIP FL15 3RW90F	108,0	15540	143,9
32	ENSTO	FRIDA FRI6X6V50ED	33,0	5090	154,2
1	ENSTO	LUMO LED	23,0	2300	100,0

4.2.4 – Блок цехов ЖБИ



a)



б)

a – общий вид цеха ЖБИ; *б* – распределение света в эффективных цветах.

Рисунок 4.4- Вид блок цехов ЖБИ по программе DIALux evo

Таблица 4.6 – Перечень светильников

Кол-во	Производитель	Изделия	$P_{\text{всег}}$, Вт	$\Phi_{\text{всег}}$, лм	Светоотдача, лм/Вт
6	ENSTO	TINO TN31104WBF	130,0	18520	142,5

4.3 Разработка схем прокладки кабельных трасс

Из вышеуказанного видно, что программа DIALux evo эффективно размещает осветительные приборы в помещении и определяет зоны освещения, но не показывает схему прокладки кабелей. Поэтому для проектирования кабельных трасс использовала AutoCAD.

На чертежах ниже представлены схемы прокладки кабелей вместе с размещением светильников в помещениях. Также в таблице 4.7 указаны технические спецификации для этих помещений.

План на отм.+0,000

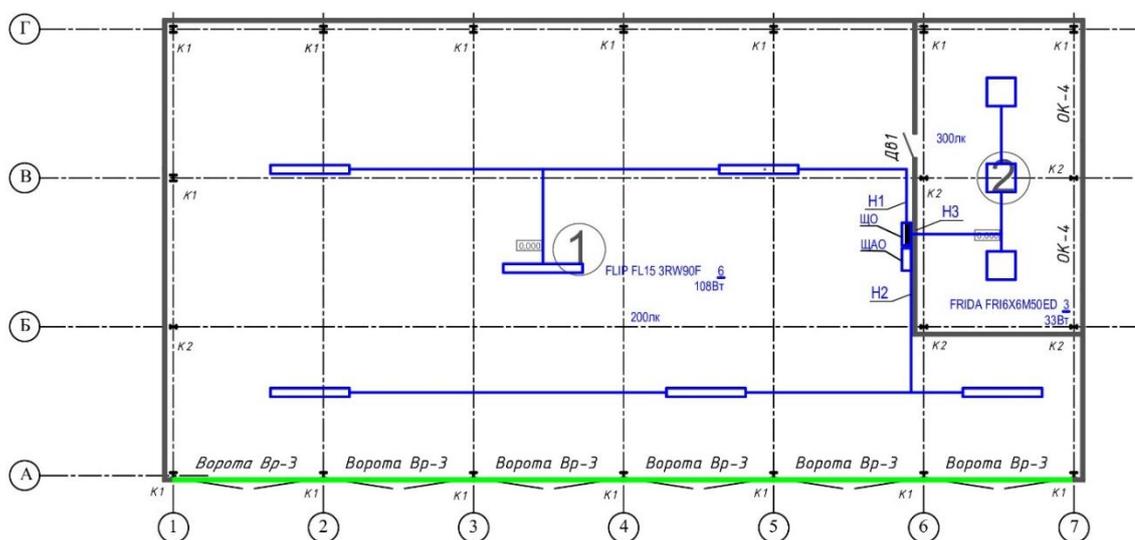


Рисунок 4.5 – Схема освещения автогааража.

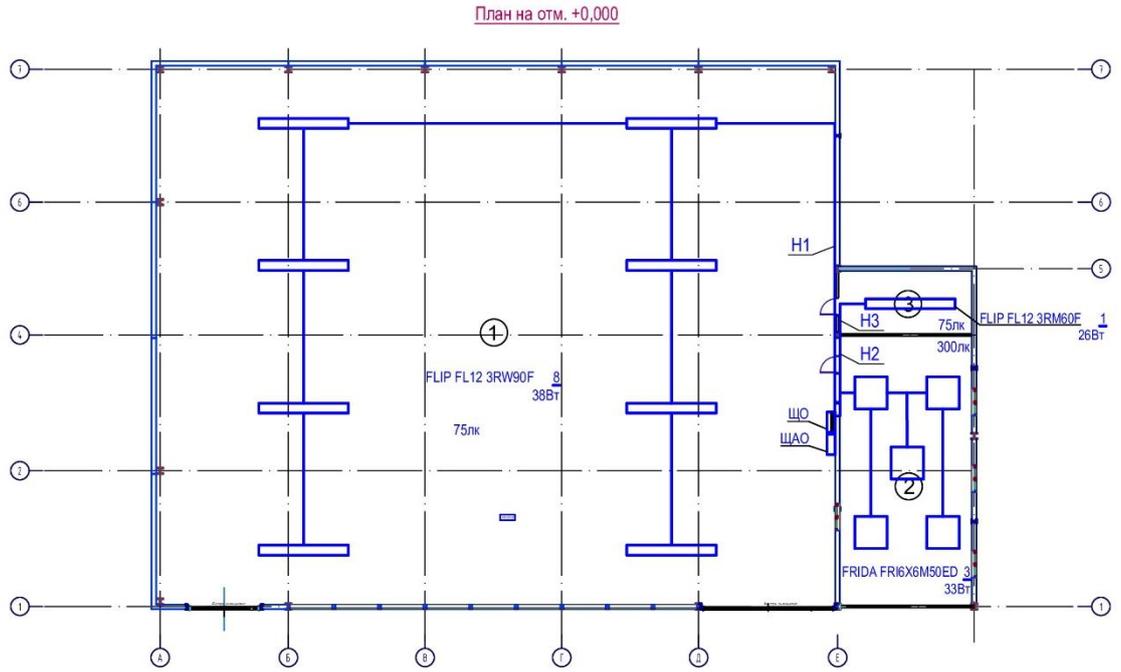


Рисунок 4.6 – Схема освещения склада готовой продукции.

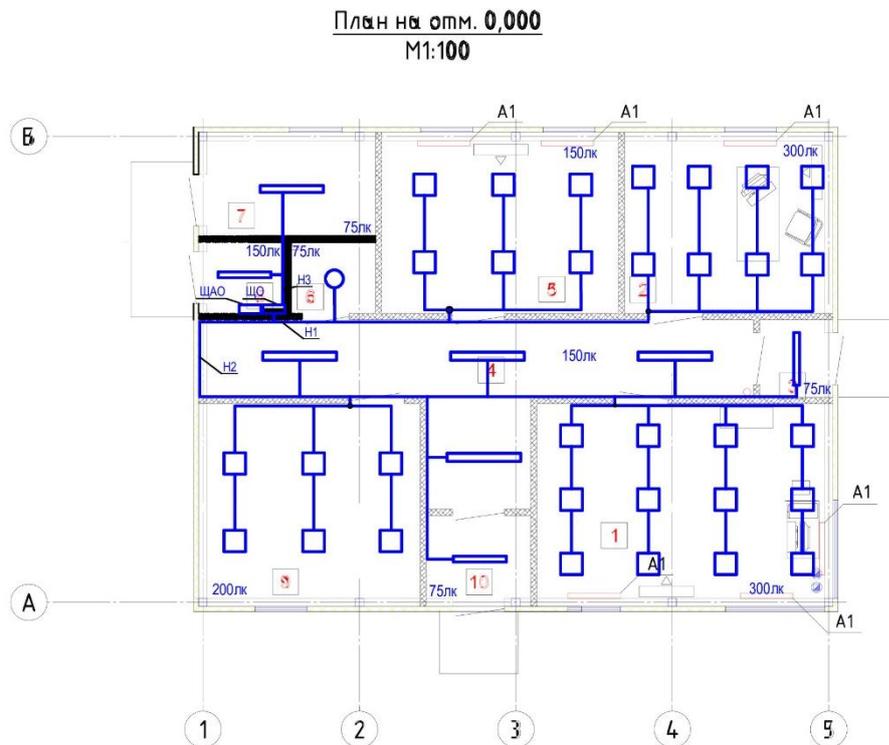


Рисунок 4.7 – Схема освещения административного корпуса

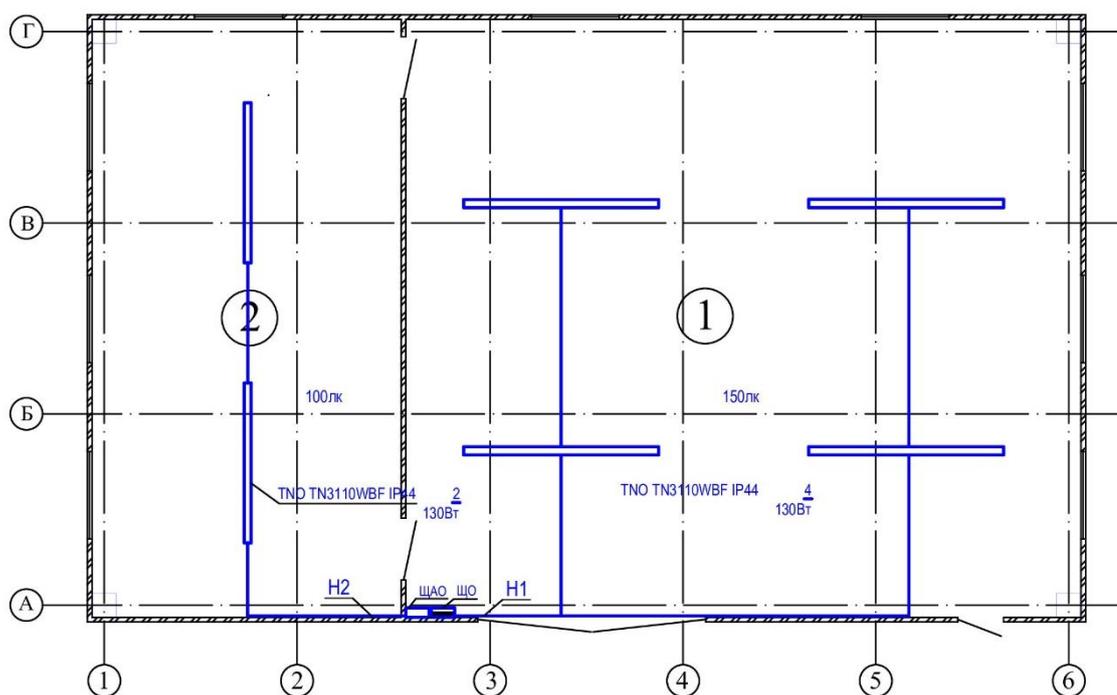


Рисунок 4.8 – Схема освещения цеха

Таблица 4.7 – Техническая спецификация

Наименование помещений	Аппарат отходящей линии (ввода) Обозначение тип I_{HM} , А	Кабель, провод				Труба	
		Обозначение	Марка	Количество, число жил и сечение	L, м	На плане	L, м
Автогараж	ВА47-29 1P $I_p = 16A$	H ₁ , H ₂ , H ₃	ВВГнг	3x2,5	50	ПНД-25	44
Склад готовой продукции	ВА47-29 1P $I_p = 16A$	H ₁ , H ₂ , H ₃	ВВГнг	3x1,5	53	ПНД-25	47
Административный корпус	ВА47-29 1P $I_p = 16A$	H ₁ , H ₂ , H ₃	ВВГнг	3x2,5	58	ПНД-25	49
Блок цехов ЖБИ	ВА47-29 1P $I_p = 16A$	H ₁ , H ₂	ВВГнг	3x2,5	54	ПНД-25	50

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения дипломной работы на тему "Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов" были решены следующие основные задачи:

1) Расчет электрических нагрузок. Проведен детальный анализ электрических нагрузок промышленных цехов, что позволило определить оптимальные параметры для проектирования систем электроснабжения. Были учтены как осветительные, так и силовые нагрузки, что обеспечивает комплексный подход к проектированию.

2) Сравнение вариантов внешнего электроснабжения. Рассмотрены различные варианты подключения промышленной базы к энергосистеме. На основании технико-экономического анализа выбраны наиболее рациональные решения, учитывающие надежность и экономичность.

3) Выбор оборудования. Проведен выбор оборудования для системы электроснабжения, включая трансформаторы, выключатели, кабели и компенсирующие устройства. При выборе оборудования учитывались требования к надежности, экономичности и безопасности эксплуатации.

4) Расчет токов короткого замыкания. Выполнены расчеты токов короткого замыкания, что позволило определить параметры защитных устройств и обеспечить надежную работу системы электроснабжения в аварийных режимах.

5) Проектирование системы освещения. Разработана система освещения основных цехов промышленной базы с учетом современных требований к энергоэффективности и комфортным условиям труда. Были выбраны осветительные приборы и рассчитаны параметры их размещения.

Данная дипломная работа имеет практическую значимость, так как разработанные решения могут быть применены на реальных промышленных объектах. Выполненные расчеты и предложенные технические решения позволяют обеспечить надежное и эффективное электроснабжение, а также создать комфортные и безопасные условия труда для работников.

В заключение можно отметить, что выполнение данной работы позволило углубить знания в области проектирования систем электроснабжения и освещения, а также приобрести практические навыки, необходимые для решения инженерных задач в энергетике.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Киреева Э.А. Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий: Учебное пособие. - М.: КноРус, 2013;
- 2 Киреева Э. А. Справочные данные по электрооборудованию (цеховые электрические сети, электрические сети жилых и общественных зданий), 2004.
- 3 Сибикин Ю. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок: проф. учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2001.
- 4 Самсонов В. С., Вяткин М. А. Экономика предприятий энергетического комплекса. - М.: Высшая школа, 2003-416 С.
- 5 Ананичева С. С., Котова Е. Н. Проектирование электрических сетей: учеб. пособие – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2017 год;
- 6 Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. М.: Норматика, 2016 год;
- 7 Ананичева С. С. Мезенцев П. Е. Модели развития электроэнергетических систем: уч. Пособие – Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2013 год;
- 8 Плиско А. Л., Проектирование электропередач, сетей и систем: практикум к курсовой работе – Ульяновск: УлГТУ, 2016 г.;
- 9 Варломеев Л.П. Элементарная светотехника – Москва, 2013 г.;
- 10 Козловская В.Б., Радкевич В.Н., Сацукевич В.Н. Электрическое освещение: Справочник – Минск: изд-во «Техноперспектива», 2008 г.;
- 11 СНиП РК 2.04.05 – 2002. Естественное и искусственное освещение, 2004 г.;
- 12 СТ КазНИТУ-09-2023. Работы учебные. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию текстового и графического материала. Алматы: КазНИТУ, 2023 г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева»

РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)

Шайбекқызы Нұрхафиза
(Ф.И.О. обучающегося)

6В07101 - Энергетика
(шифр и наименование специальности)

на тему: **Электроснабжения промышленной базы и проектирование
освещения основных цехов**

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ - _____ листах
б) пояснительная записка на _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

В дипломной работе производится проектирование электроснабжения промышленной базы.

В работе определены электрические нагрузки базы, выбраны число и мощности трансформаторных подстанций и схемы электроснабжения предприятия по результатам технико-экономических расчетов. Современная система электроснабжения для промышленного предприятия должна быть спроектирована таким образом, чтобы соответствовать нескольким важным требованиям. Она должна быть экономически выгодной и надежной, обеспечивать безопасность и удобство эксплуатации, а также позволять расширение производства с минимальными изменениями в схеме электроснабжения.

В специальной части ДР спроектировано освещение основных цехов.

Оценка работы

Дипломная работа заслуживает оценки «отлично» (95%), а ее автор присвоения академической степени «бакалавр» по специальности 6В07101 – «Энергетика».

Рецензент

Начальник группы подстанции АО «АЖК»

(должность, уч. степень, звание)

 **К.А.Ермагамбетов**

(подпись)

«14» _____ 2024 г.

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На дипломную работу
(наименование вида работы)

Шайбекқызы Нұрхафиза
(Ф.И.О. обучающегося)

6В07101 - Энергетика
(шифр и наименование специальности)

Тема: **Электроснабжения промышленной базы и проектирование
освещения основных цехов**

Дипломник Шайбекқызы Н. приступила к выполнению дипломной работы в соответствии с графиком.

За время работы дипломирования показала себя грамотным, инициативным специалистом способным самостоятельно заниматься поиском необходимых литератур и материалов.

Дипломная работа посвящена электроснабжению промышленной базы.

В основной и специальной части дипломной работы рассчитаны электрические нагрузки, выбраны мощность и количества ТП, выбрана внешняя схема электроснабжения, рассчитаны токи короткого замыкания, а также выбраны защитные, коммутационные аппараты и измерительные приборы.

В разделе «Проектирование освещения основных цехов» разработаны схемы прокладки кабельных трасс для освещения промышленной базы. Были смоделированы и произведены расчет освещенности основных цехов с помощью программы DIALux evo.

Считаю, что дипломная работа заслуживает оценки 95%, а ее автор присвоения академической степени «бакалавр» по специальности 6В07101 – «Энергетика».

Научный руководитель
Ассоц.профессор, к.т.н.
(должность, уч. степень, звание)

Хидолда Е.

(подпись)

«А» _____ 06 2024 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шайбекқызы Нұрхафиза

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 9.4

Коэффициент Подобия 2: 2.5

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 352

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки умретия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата


15.06.2024

проверяющий эксперт

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Шайбеккызы Нұрхафиза

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Электроснабжение промышленной базы и проектирование освещения основных цехов

Научный руководитель: Еркин Хидолда

Коэффициент Подобия 1: 9.4

Коэффициент Подобия 2: 2.5

Микропробелы: 0

Знаки из здругих алфавитов: 352

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата 17.06.2024

Заведующий кафедрой Энергетики

Сарсенбаев Е.А.

