

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИИ)

Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование системы электроснабжения ремонтно-механического завода

УДК 621.31.031:69.002.5.004

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Мигунов Артур Евгеньевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Оразбекова Асем Камбаровна			

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры менеджмента	Сергейчик Сергей Иванович	доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности	Дашковский Анатолий Григорьевич	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Электроснабжение промышленных предприятий	Сурков М.А.	к.т.н., доцент		

Томск – 2017 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Энергетический (ЭНИИ)
Направление подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Кафедра Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой ЭПП

(Подпись) _____
(Дата) **Сурков М.А.**
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Мигунову Артуру Евгеньевичу

Тема работы:

Проектирование системы электроснабжения домостроительной компании	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	05.02.17, №832/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	30.05.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	
<i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	<i>Объектом исследования является ремонтно-механический завод. В качестве исходных данных представлены:</i> <ul style="list-style-type: none">- генеральный план предприятия;- план инструментального цеха;- сведения об электрических нагрузках предприятия;- сведения об электрических нагрузках инструментального цеха.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<p>- постановка задачи проектирования;</p> <p>- проектирование системы электроснабжения рассматриваемого завода;</p> <p>- детальное рассмотрение системы электроснабжения инструментального цеха предприятия;</p> <p>- обсуждение результатов выполненной работы;</p> <p>- разработка раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»;</p> <p>- разработка раздела «Социальная ответственность»;</p> <p>- заключение.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>- картограмма электрических нагрузок предприятия;</p> <p>- схема внутриводского электроснабжения;</p> <p>- внутрицеховая схема инструментального цеха;</p> <p>- однолинейная схема инструментального цеха.</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p>(с указанием разделов)</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент, Сергейчик С.И.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент кафедры ЭБЖ, к.т.н., Дашковский А.Г.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>-</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>8.02.17</p>
--	----------------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Оразбекова А.К,</p>			<p>8.02.17</p>

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>5А36</p>	<p>Мигунов Артур Евгеньевич</p>		<p>8.02.17</p>

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Мигунову Артуру Евгеньевичу

Институт	Энергетический	Кафедра	Электроснабжение промышленных предприятий (ЭПП)
Уровень образования	Прикладной бакалавриат	Направление	13.03.02-Электротехника и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ):</i>	<i>Стоимость материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих ресурсов</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Затраты на специальное оборудование определяются согласно стоимости оборудования по прейскурантам или по договорной цене</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Оценка осуществляется на основе анализа потенциальных потребителей результатов исследования, конкурентных технических решений, а также QUAD и SWOT анализов</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Основой для формирования бюджета являются основная заработная плата исполнителей, страховые отчисления и накладные расходы</i>
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Альтернативы проведения НИ*
3. *График проведения и бюджет НИ*
4. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент кафедры менеджмента	Сергейчик Сергей Иванович	доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Мигунов Артур Евгеньевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5А36	Мигунову Артуру Евгеньевичу

Институт	ТПУ	Кафедра	ЭПП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	13.03.02 - Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Работа выполняется в закрытом помещении (аудитория) на персональном компьютере.</i>
2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме	<i>Федеральный закон от 22.07.2008 №123-ФЗ(ред. От 10.07.2012) «Технический регламент о требованиях безопасности»</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<i>В качестве основных вредных факторов проектируемой производственной среды, рабочего места диспетчера, было решено рассмотреть воздействие шума освещения, электромагнитного излучения, несоответствие параметров микроклимата.</i>
1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.	<i>В качестве основных выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды была выбрана электробезопасность.</i>
2. Экологическая безопасность: <ul style="list-style-type: none"> - анализ воздействия объекта на атмосферу; - разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<i>Бытовые отходы. Отходы, образующиеся при поломке ПЭВМ.</i>
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях: <ul style="list-style-type: none"> - перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. 	<i>Наиболее вероятным ЧС в здании может быть пожар в здании</i>
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<i>- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны; Эргономические требования к рабочему месту Социальное страхование работников</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дашковский А. Г.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5А36	Мигунов Артур Евгеньевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 116 страниц, 26 рисунков, 45 таблиц, 31 источника, 7 приложений.

Ключевые слова : расчетная нагрузка, картограмма нагрузок, трансформаторы, компенсация реактивной мощности, построение эпюр, электроснабжение цеха, выбор высоковольтного оборудования, проверка оборудования, однолинейная схема, ресурсоэффективность, финансовый менеджмент, ресурсосбережение, социальная ответственность.

Объект данного исследования является инструментальный цех ремонтно-механического завода.

Целью работы является разработка системы электроснабжения промышленного предприятия и экономическое обоснование принятых решений.

В ходе выполнения работы был выбран метод расчета исходя из исходных данных, был выполнен расчет электрических нагрузок завода, а так же рассматриваемый цех, было выбрано оборудование и произведена его проверка в различных режимах работы.

В процессе выполнения работы была спроектирована определенная модель электроснабжения промышленного предприятия, а так же описана ее экономическая часть и безопасность окружающей среды.

Основные конструктивные, технологические и техникоэксплуатационные характеристики: рассматриваемый завод выполнен из двадцати пяти цехов, из которых семь цехов относятся ко второй категории по степени надежности электроснабжения; напряжение питающей линии 110 кВ; рабочие напряжения внутри завода: 10, 0,4 кВ; схема внутривозвратной сети – радиальная.

Область применения: легкая промышленность с нормальной средой в производственных помещениях.

Оглавление

Введение.....	8
1. Объект и методы исследования.....	10
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение...	14
3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	14
3.2. Анализ конкурентных технических решений.....	19
3.3. Оценка выбранного варианта при помощи технологии QUAD.....	22
3.4. SWOT анализ.....	24
3.5. Определение ресурсоэффективности проекта.....	27
3.6. Планирование научно-исследовательских работ.....	30
3.6.1. Структура работ в рамках научного исследования.....	30
3.6.2. Определение трудоёмкости выполнения работ.....	31
3.6.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	32
3.7. Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	37
3.7.1. Расчет материальных затрат.....	37
3.7.2. Полная заработная плата исполнителей темы.....	38
3.7.3. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	40
3.7.4. Накладные расходы.....	41
3.7.5. Формирование сметы технического проекта.....	41
Список использованных источников.....	43

Введение

В данном дипломном проекте будет рассмотрено электроснабжение ремонтно-механического завода, а также будет рассмотрен инструментальный цех.

Целью настоящего дипломного проекта является совершенствование и развитие способности для самостоятельного решения практических вопросов проектирования системы электроснабжения, и умения в будущем применить эти навыки на практике.

В данном случае завод располагает наличием нагрузок второй и третьей категории по степени надежности электроснабжения. На территории завода находятся различные цеха и у каждого цеха есть своя роль для завода, которую поставила администрация предприятия в соответствии с технологическим процессом.

В процессе выполнения дипломного проекта предусмотрены следующие этапы.

Сначала производится расчет нагрузки инструментального цеха, а также предприятия в целом, учитывая расчетную нагрузку освещения всех цехов и территории предприятия. Так же необходимо учесть потери мощности в трансформаторах цеховых подстанций, ГПП и линиях. Высоковольтные и низковольтные нагрузки рассчитываются по отдельности.

Затем строятся картограммы электрических нагрузок, чтобы можно было определить оптимальное расположение ГПП на территории предприятия.

После этого производится расчет схемы внутривозовского электроснабжения. И на этом этапе необходимо выбрать число и мощность цеховых трансформаторных подстанций и схемы их электроснабжения. Далее необходимо выбрать напряжения питающей сети завода, сечения проводов и мощности трансформаторов ГПП.

На предпоследнем этапе происходит расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000В. Он производится для проверки правильности выбора сечений проводников.

И в самом последнем пункте происходит расчет электроснабжения инструментального цеха. В него входит : распределение электроприемников по пунктам питания ; нахождение расчетных нагрузок на каждом пункте питания ; определение сечений питающей сети по длительно допустимой токовой нагрузке , а так же их проверка по потере напряжения ; выбор силовой распределительной сети и выбор аппаратов защиты ; были построены эпюры отклонения напряжения от главной понизительной подстанции до самого мощного электроприемника , определены токи короткого замыкания в сети ниже 1000 В , для того чтобы построить карту селективности действия защитных аппаратов.

1. Объект и методы исследования

Объектом исследования является ремонтно-механический завод в целом и его инструментальный цех в частности. Завод располагает 25 цехами. Генеральный план предприятия представлен на рис. 1.1, ведомость электрических нагрузок – в таблице 1.1

Исходные данные:

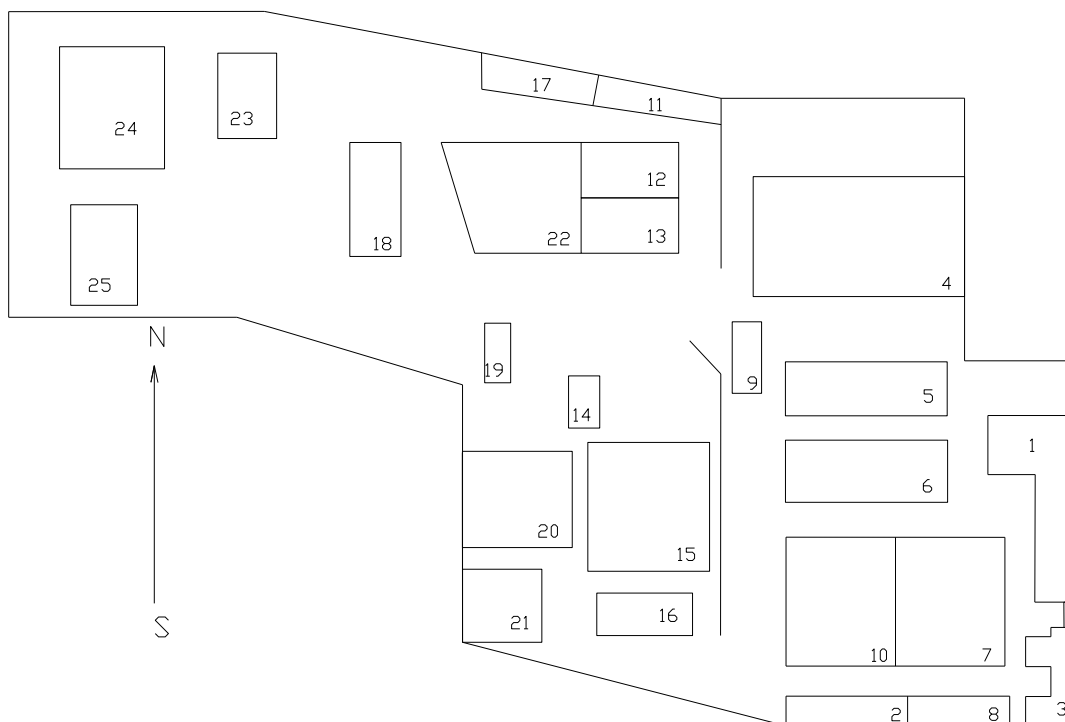


Рисунок 1.1 – Генеральный план завода

Таблица 1.1. - Ведомость электрических нагрузок по цехам

№ п/п	Наименование цеха	Категория электро-снабжения	P_n , кВт	K_c	$\cos \varphi$
1	Литейный	II	3800	0,8	0,75
2	Заводуправление	III	150	0,4	0,7
3	Инструментальный	III	911,5	-	-
4	Энергоцех	III	200	0,35	0,7
5	ТГЦ(Кузнечный участок)	III	700	0,5	0,75
6	Котельная	III	250	0,6	0,8
7	Цех №2	II	3000	0,6	0,75

8	АБК2	III	400	0,5	0,8
9	СГП	III	20	0,4	0,8
10	Цех №5	II	2800	0,7	0,75
11	ОКС	III	100	0,5	0,8
12	Склад	III	20	0,4	0,8
13	РМЦ	III	50	0,3	0,8
14	Компрессорная	II	2500	0,7	0,75
15	ТГЦ	II	3500	0,6	0,75
16	БВК	III	20	0,2	0,8
17	PCY	III	50	0,3	0,8
18	АБК3	III	150	0,5	0,8
19	Насосная	II	3000	0,8	0,75
20	ТПА	III	500	0,5	0,65
21	РМЦ(Сварочный участок)	III	100	0,35	0,75
22	Транспортный цех	III	20	0,35	0,7
23	Гараж	III	30	0,3	0,7
24	Лабораторная	III	100	0,5	0,8
25	Склад	III	30	0,2	0,8
	0,38 кВ				
1	Литейный	II	5000	0,8	0,7
14	Компрессорная	II	3500	0,7	0,8
19	Насосная	II	2000	0,8	0,75
	10 кВ				

План инструментального цеха представлен на рис. 1.2, данные об электроприемниках сведены в таблицу 1.2.

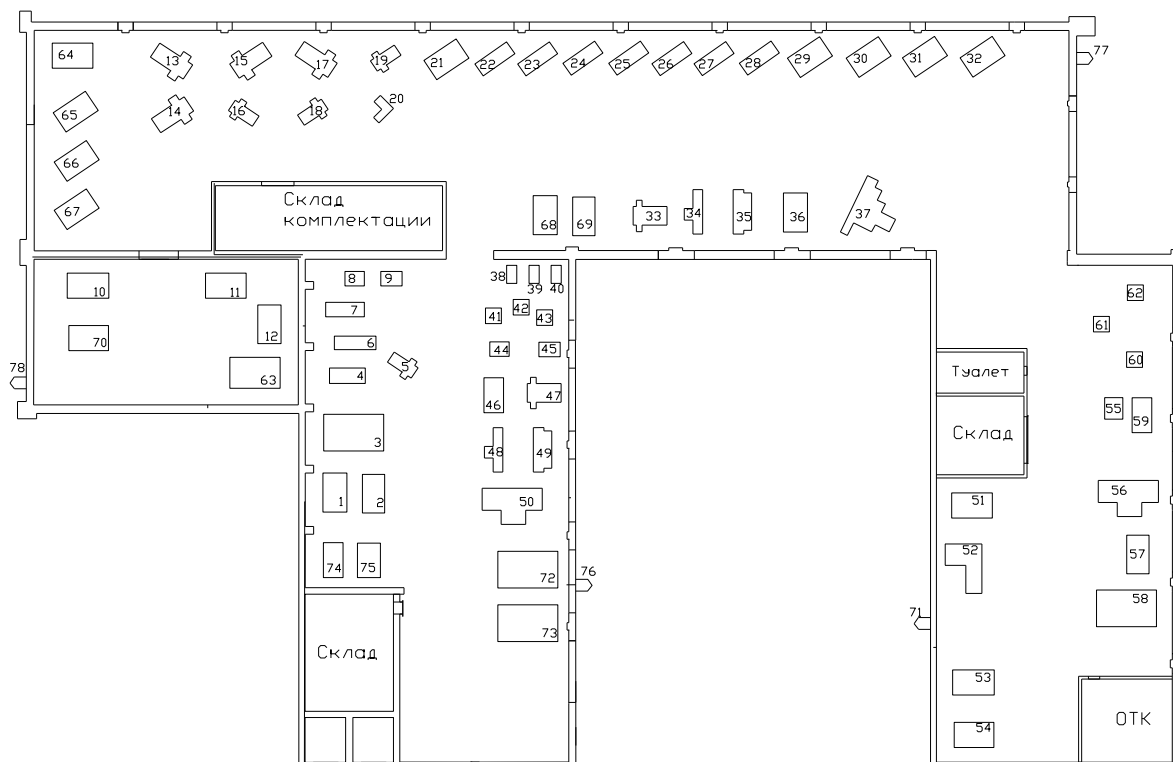


Рисунок 1.2 – План инструментального цеха

Таблица 1.2 - Сведения об электроприемниках инструментального цеха

№	Наименование	$P_{\text{ном}}$, кВт
1	Токарный станок	8
2	Токарный станок	6,5
3	Токарно-винторезный станок	16,3
4,5,7	Токарный станок	1,2
6	Токарный станок	1,6
8	Вертикально-сверлильный станок	2
9	Вертикально-сверлильный станок	8,2
10,11	Шкаф сушильный	24
12	Пресс гидравлический	5,7
13,14	Фрезерный станок	4,2
15	Фрезерный станок	13,1
16	Фрезерный станок	6,2
17	Горизонтально-фрезерный станок	14,4
18	Вертикально-фрезерный станок	1,5
19	Вертикально-сверлильный станок	8,9
20	Вертикально-сверлильный станок	14,5
21,23	Токарно-револьверный станок	12
22	Токарно-револьверный станок	8,5
24	Токарный с гидрокопиром	13,4
25,26	Токарно-патронный станок	8,6
27,28	Токарно-винторезный станок	11,9

Продолжение таблицы 1.2

29	Специально-сверлильный станок	25,3
30	Специально-сверлильный станок	37
31	Токарный станок	6,6
32	Токарный станок	1,6
33	Токарный 6-ти шпиндельный п/ав	35
34,35	Гидрокопировальный станок	7,5
36	Плоскошлифовальный станок	16
37	Круглошлифовальный станок	16
38	Резьбофрезерный станок	4,5
39	Горизонтально-фрезерный станок	1,6
40	Вертикально-фрезерный станок	2,8
41	Горизонтально-фрезерный станок	2,1
42,43	Горизонтально-фрезерный станок	4,6
44	Плоскошлифовальный станок	7,6
45	Плоскошлифовальный станок	11,8
46,47	Шлифовальный станок	3,2
48	Шлифовальный станок	3,6
49	Обдирочно-шлифовальный станок	10,2
50	Обдирочно-шлифовальный станок	13,5
51	Токарно-винторезный станок	6
52	Токарно-винторезный станок	2,4
53,54	Токарно-винторезный станок	21,3
55	Компрессор	2,6
56	Радиально-сверлильный станок	22,4
57	Горизонтально-расточный станок	25
58	Токарно-винторезный станок	43
59	Токарно-винторезный станок	18,6
60	Токарно-винторезный станок	6,4
61	Токарно-винторезный станок	2,4
62	Токарно-винторезный станок	1,2
63	Сварочный аппарат	40
64	Вертикально-фрезерный станок	2,8
65	Горизонтально-фрезерный станок	9,7
66,67	Горизонтально-фрезерный станок	13,1
68	Радиально-сверлильный станок	12,2
69	Горизонтально-расточный станок	15,5
70	Пресс механический	10,4
71	Вентилятор	12
72,73	Сварочный аппарат	40
74	Токарный станок	8
75	Токарный станок	6,5
76,77,78	Вентилятор	12

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

3.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

На стадии проектировании схемы электроснабжения инструментального цеха ремонтно-механического завода возможны различные конфигурации питающей сети. При выборе схемы электроснабжения нужно проанализировать всевозможные варианты и остановиться на наиболее оптимальном для данного расположения электроприемников в цеху, распределения мощностей и технологических особенностях производства.

Чтобы определить оптимальную схему электроснабжения промышленного предприятия рассмотрим основные типы структуры цеховых электрических сетей. На рисунках 3.1.1 и 3.1.2 представлены две наиболее распространенные конфигурации схем электроснабжения: радиальная и магистральная.

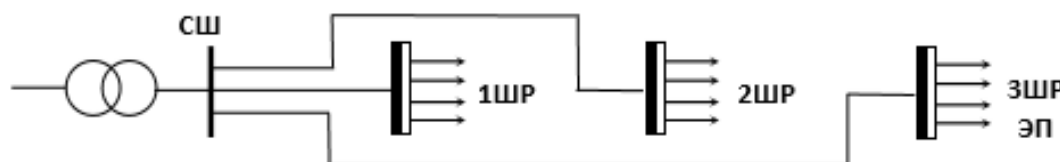


Рисунок 3.1.1 – Радиальная схема

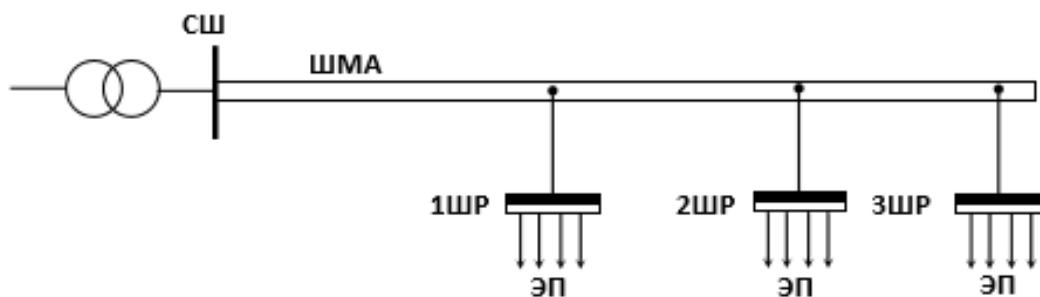


Рисунок 3.1.2 – Магистральная схема

Проведем детальный анализ конкурирующих разработок, которые существуют на рынке, и выявим их преимущества и недостатки.

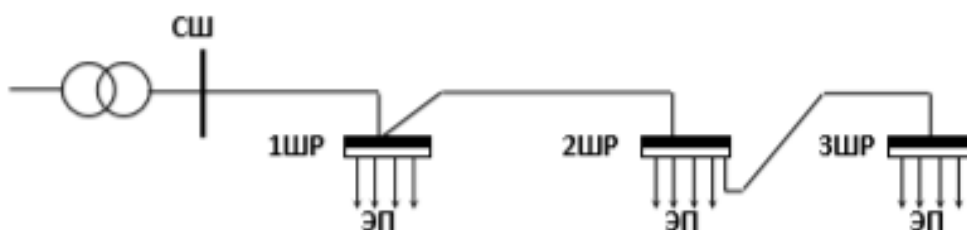


Рисунок 3.1.3 – Схема питания «цепочкой»

Обе схемы имеют сильные и слабые стороны. Для различных случаев конфигурация сети должна удовлетворять разным требованиям, поэтому иногда можно применять смешанные схемы (рис.3), которые сочетают некоторые преимущества и недостатки приведённых выше, но также обладающие некоторыми аутентичными качествами.

В данной работе рассматривается схема электроснабжения инструментального цеха ремонтно-механического завода с нормальной средой, с двумя питающими трансформаторами номинальной мощностью 2500 кВА, с напряжением на низкой стороне трансформатора 0,4 кВ и цеховым электрооборудованием (78 электроприемников цехового назначения).

Чтобы реализовать каждую из трех вариантов схем, приведенных выше, используем различные аналитические методы и способы группировки электроприемников.

1. В радиальной схеме распределим оборудование по распределительным шкафам (ШР) так, чтобы суммарная мощность оборудования в каждом шкафу была примерно одинакова и в соответствии с расположением. Так же рассчитаем длительные токи отдельных ЭП и ШР (необходимый для нахождения токов, расчёт нагрузок предварительно был осуществлён по методу коэффициента максимума), которые необходимы для выбора количества и сечения проводников. Согласно особенностям цеха, был выбран кабель марки АВВГ, прокладка в лотках.

Кроме самих электроприемников и кабелей, подведенных к ним, в схему электроснабжения входят защитные аппараты, шкафы распределительные, трансформаторы и распределительные устройства, их также необходимо

учесть при расчете суммарной стоимости схемы. Данные по стоимости кабелей и аппаратуры для радиальной схемы сведены в табл. 3.

Таблица 3.1.1 – Стоимость аппаратуры для радиальной схемы

Наименование	Кол-во элементов	Общая стоимость, тыс. руб.
Кабельные линии	-	291 311
Защитные аппараты (автоматические выключатели)	9	19 854
Шкафы распределительные ПР8501-027-21УЗ	9	186 894
Трансформатор ТМГ 2500/10/0,4	2	1700 000
Вводно-распределительное устройство ВРУ1В-19-90	1	65 230
Итого:		2 198 124

Как видно из списка, основную часть стоимости (77%) составляют трансформаторы, поскольку они относятся к дорогостоящему оборудованию.

2. В магистральной схеме распределим оборудование по магистральным шинопроводам (ШМА), учитывая уже выбранное расположение оборудования наиболее оптимальным способом. Результаты распределения и суммарная мощность оборудования представлены в таблице 3.1.2.

Таблица 3.1.2 – Перечень электрооборудования для магистральной схемы

Узлы нагрузки		Номера электроприемников	Суммарная мощность, кВт	
ШМА	ШР1	13-37, 64-69	218,2	911,5
	ШР2	1-12, 38-50, 64, 70-78	578,2	
	ШР3	51-62, 71	115,1	

Значения длительного тока отдельных ЭП остаются те же и сечения кабельных линии тоже, при этом длина данных линии значительно уменьшается из-за появления шинопроводов. Это считается главным преимуществом магистральной конфигурации сети электроснабжения. Но шинопровод имеет большую стоимость по сравнению с кабелем, однако таким способом прокладки обеспечивается наибольшая надёжность. Кроме того, этот тип схемы позволяет исключить автоматические выключатели, которые назначались для защиты отдельных ПР. Стоимость элементов оборудования для магистральной схемы отображены в таблице 3.1.3.

Таблица 3.1.3 – Стоимость аппаратуры для магистральной схемы

Наименование	Кол-во элементов	Общая стоимость, тыс. руб.
Кабельные линии	-	70 687
Шинопровод ШМА 4-1600-44-1УЗ, присоединительная конфигурация	1	584 000
Защитные аппараты (автоматические выключатели ВА)	-	-
Трансформатор ТМГ 2500/10/0,4	2	1700 000
Вводно-распределительное устройство ВРУ1В-19-90	1	65 230
Итого:		2 479 917

Из таблицы видно, экономия на защитной аппаратуре не оправдала себя, из-за высокой стоимости шинопровода, которая составила основную долю затрат, вся стоимость магистральной схемы получилась на 13% больше стоимости радиальной.

3. В смешанной схеме распределение ЭП по шкафам будет то же, что и в радиальной (см. табл.3.1.1). Методика расчета схожа с той, что использовалась при расчете радиальной схемы. Итоговая стоимость смешанной схемы приведена в таблице 3.1.4.

Таблица 3.1.4 – Стоимость аппаратуры для смешанной схемы

Наименование	Кол-во элементов	Общая стоимость, тыс. руб.
Кабельные линии	-	298 436
Защитные аппараты (автоматические выключатели ВА)	9	19 854
Шкафы распределительные ПР8501-027-21УЗ	9	186 894
Трансформатор ТМГ 2500/10/0,4	2	1700 000
Вводно-распределительное устройство ВРУ1В-19-90	1	63,225
Итого:		2 205 247

Как видно из расчета итоговой стоимости, затраты на оборудование для радиальной и смешанной схем оказались почти одинаковы (разница составляет порядка 1%) (рис. 3.1.4). Наиболее низкая стоимость у схемы электроснабжения радиального исполнения.

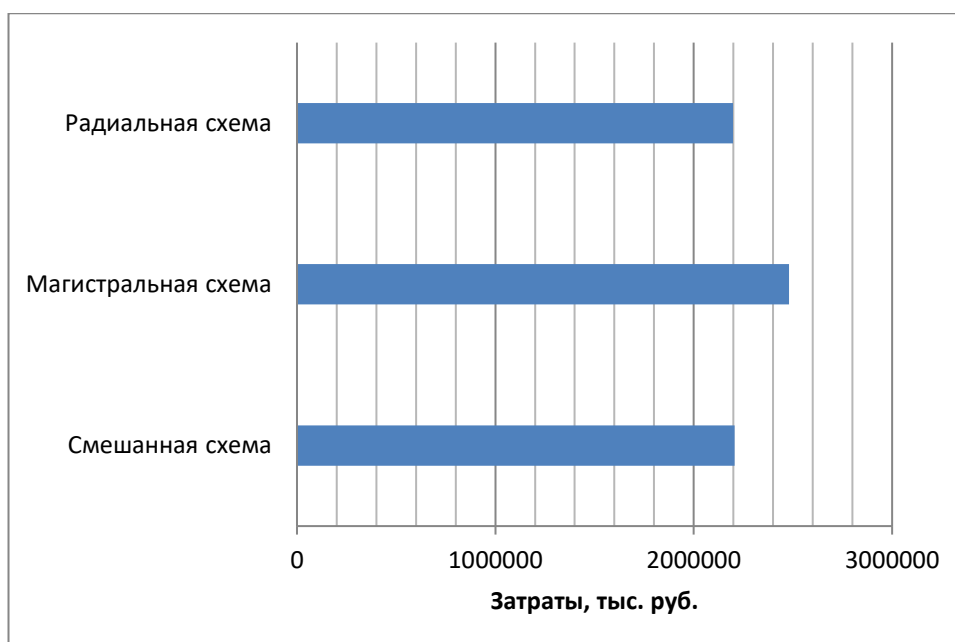


Рисунок 3.1.4 – Сравнение итоговой стоимости схем электроснабжения различной конфигурации

Также необходимо будет проанализировать данные схемы и по другим критериям, помимо стоимости, поскольку каждая схема имеет свои особенности.

Радиальные схемы обеспечивают высокую надежность электропитания, удобны в эксплуатации, в них легко могут быть применимы элементы автоматики. Недостатком данной схемы является невозможность перемещения оборудования. Данная схема предназначена для применения в пыльных, взрывоопасных и пожароопасных производствах.

Магистральные схемы применяются для питания силовых и осветительных нагрузок равномерно распределенных по площади цеха, а так же группы ЭП одной технологической линии – ЭП распределённых равномерно/неравномерно в одном направлении. Одна питающая магистраль обслуживает несколько распределительных шкафов (пунктов) и крупные ЭП цеха. Несмотря на дороговизну шинопроводов, по сравнению с кабельными линиями, монтаж такой схемы осуществляется гораздо легче. Так же монтаж данной схем возможно осуществить наиболее безопасным способом, расположив токопровод на максимально возможной высоте. Монтаж и

обслуживание данной схемы являются наиболее экономичными. Кроме того, несмотря на большие токи КЗ (по сравнению с радиальными схемами) в магистральной схеме потери по напряжению гораздо меньше. Недостатком данной схемы является её высокая стоимость и пониженная надёжность – повреждение магистрали ведёт к выходу из строя всех ЭП, запитанных от неё.

Смешанная схема питания «цепочка» может применяться только при стабильном расположении ЭП не более 3-4, при нестабильном расположении мощность ЭП ограничена максимальным значением 1-2 кВт. В данном случае расположение всех ЭП стабильно (отсутствуют подвижные ЭП типа кранов). Надёжность данной схемы ниже, чем у радиальной, но выше чем у магистральной – только повреждение линии, питающей всю «цепочку» приведёт к выходу из строя всех ЭП. Токи КЗ в данной схеме так же имеют довольно высокие значения.

3.2. Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ различных конфигураций схем электроснабжения необходимо проводить систематически, поскольку НТП находится в постоянной динамике. Такой анализ помогает вносить коррективы в существующие схемы, чтобы преумножать преимущества выбранной схемы над другими, менее выгодными. Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны альтернативных схем.

С этой целью может быть использована вся имеющаяся информация о других возможных конфигурациях сети:

- технические характеристики разработки;
- эффективность;
- бюджет разработки;
- тенденции изменения и т.д.

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i, \text{ где:}$$

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Пример расчета:

$$K = \sum V_i \cdot B_i = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 1 + 0,05 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,25 \cdot 4 + 0,1 \cdot 1 + 0,05 \cdot 2 + 0,05 \cdot 4 = 3,45$$

Все критерии оценки можно разделить на два типа: технические и экономически

Таблица 3.2.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бк1	Бк2	Бк3	Кк1	Кк2	Кк3
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Надёжность	0,25	5	1	3	1,25	0,25	0,75
2. Энергоэкономичность (минимум потерь)	0,1	1	5	1	0,1	0,5	0,1
3. Величина токов КЗ (минимальная)	0,05	5	1	2	0,25	0,05	0,1
4. Безопасность	0,2	3	4	3	0,6	0,8	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,20	4	1	4	0,8	0,2	0,8
2. Затраты на монтаж схемы (минимальные)	0,1	3	5	4	0,3	0,5	0,4
3. Простота обслуживания	0,05	3	4	2	0,15	0,2	0,1
4. Долговечность оборудования	0,05	3	4	3	0,15	0,2	0,15
Итого	1	27	25	22	3,6	2,7	3

Согласно оценочной карте наиболее целесообразной и конкурентоспособной в данной ситуации является радиальная схема. Дальнейший анализ и расчёт будет применён только к данной схеме.

Уязвимость радиальной схемы состоит в большой величине потерь электроэнергии; сложности обслуживания и ремонта; сложности монтажа данной схемы; среднем уровне безопасности.

Основными конкурентными преимуществами данной схемы являются её высокая надёжность вкупе с малой стоимостью. Также отмечено, что токи КЗ в данной схеме минимальны, что позволяет использовать аппараты защиты, рассчитанные на меньшие нагрузки и, следовательно, снизить стоимость схемы в целом.

3.3. Оценка выбранного варианта при помощи технологии QUAD

Технология оценки QUAD (QUality ADvisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научноисследовательский проект.

В основе технологии QUAD лежит нахождение средневзвешенной величины нескольких групп показателей. Для упрощения процедуры проведения QuaD рекомендуется оценку проводить в табличной форме (таблица 3.3.1). В соответствии с технологией QuaD каждый показатель оценивается экспертным путем по стобальной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная.

Таблица 3.3.1 – Оценочная карта QUAD для анализа радиальной схемы

Критерий	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение	Средневзвешенное значение
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
1. Энергоэффективность	0,04	60	100	0,6	0,024
2. Надёжность	0,11	100	100	1	0,11
3. Безопасность	0,14	70	100	0,8	0,112
4. Эргономичность	0,07	100	100	1	0,07
5. Простота эксплуатации	0,04	90	100	0,9	0,036
6. Материалоемкость	0,09	100	100	1	0,09
7. Унифицированность	0,08	90	100	0,9	0,072
8. Способность к модификациям	0,06	75	100	0,75	0,045
9. Ремонтпригодность	0,04	85	100	0,85	0,034
10. Долговечность	0,03	80	100	0,8	0,024
11. Безвредность	0,05	100	100	1	0,05
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
12. Конкурентоспособность	0,06	80	100	0,8	0,048
13. Перспективность рынка	0,02	70	100	0,7	0,014
14. Цена	0,09	90	100	0,9	0,081
15. Финансовая эффективность	0,05	85	100	0,85	0,043
16. Инвестиционная привлекательность	0,02	80	100	0,85	0,017
17. Послепродажное обслуживание	0,01	80	100	0,8	0,008
Итого	1	-	-		0,878

Оценка качества и перспективности исследуемого варианта по технологии QUAD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum B_i \cdot B_i;$$

где P_{cp} - средневзвешенное значение показателя качества и

перспективности;

B_i - вес показателя (в долях единицы);

B_i - средневзвешенное значение i -го показателя.

Значение P_{cp} позволяет судить о перспективах разработки данного варианта схемы электроснабжения. В случае радиальной конфигурации сети:

$$P_{cp} = 0,878 \cdot 100\% = 87,8\%.$$

Полученное значение больше 80%, это означает, что данная разработка является перспективной. Среди возможных улучшений можно отметить увеличение безопасности и ремонтпригодности данной схемы, применив прокладку кабелей в эстакадах. Это повлечет за собой увеличение в цене, но суммарный вес критериев безопасности и ремонтпригодности (0,18) больше, чем вес цены (0,09), поэтому предложенные нововведения положительно скажутся на общей перспективности разработки. Кроме того, это облегчит послепродажное обслуживание схемы.

Что касается перспективности рынка, то она является внешним фактором, повлиять на который не представляется возможным. Тем не менее, ввиду усиленной политики энерго- и ресурсоэффективности вопрос о конфигурации сети электроснабжения будет набирать актуальность, что привлечет дополнительных инвесторов и сделает эту отрасль инвестиционно привлекательной.

Остальные параметры, относящиеся к данной схеме, не подвластны изменениям или и без того достаточно высоки и практически не нуждаются в серьезных доработках.

3.4. SWOT анализ

SWOT -Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT- анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Он проводится в несколько этапов.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде (табл. 10).

Таблица 3.4.1 – Этап 1 – составление предварительной матрицы SWOT

	Сильные стороны проекта: С1: Низкая цена элементов схемы С2: Высокая надёжность электроснабжения потребителей С3: Высокая эргономичность С4: Низкая материалоемкость С5: Высокая ремонтпригодность	Слабые стороны проекта: Сл1: Доступность токоведущих частей Сл2: Низкая безопасность Сл3: Низкая энергоэффективность
Возможности проекта В1: Прокладка кабелей в эстакадах В2: Снижение цен на используемое оборудование В3: Повышение стоимости конкурентных разработок В4: Растущая заинтересованность инвесторов		
Угрозы проекта У1: Значительное увеличение стоимости схемы (прокладка кабелей в эстакадах) У2: Повышение цен на компоненты системы У3: Усовершенствования конкурентных технических решений У4: Снижение спроса		

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений. Результаты второго этапа SWOT анализа представлены в таблицах 3.4.2 – 3.4.5.

Таблица 3.4.2 – Этап 2 – Интерактивная матрица сильных сторон и возможностей проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	0	+	–	+
	B2	+	0	0	0	0
	B3	+	0	0	0	0
	B4	+	0	0	0	0

Из анализа интерактивной матрицы SWOT можно заметить корреляцию сильных сторон и возможностей B1C1C3C5, B2C1, B3C1 и B4C1.

Таблица 3.4.3 – Этап 2 – Интерактивная матрица слабых сторон и возможностей проекта.

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	+	0
	B2	–	–	–
	B3	–	–	–
	B4	0	+	+

Из анализа интерактивной матрицы SWOT можно заметить корреляцию слабых сторон и возможностей B1Сл1Сл2 и B4Сл2Сл3.

Таблица 3.4.4 – Интерактивная матрица сильных сторон и угроз проекта.

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	+	–	–	0	–
	У2	+	–	–	0	–
	У3	–	–	–	–	–
	У4	–	–	–	–	–

Из анализа интерактивной матрицы SWOT можно заметить корреляцию сильных сторон и угроз У1У2С1.

Таблица 3.4.5 – Интерактивная матрица слабых сторон и угроз проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	–	–	–
	У2	–	–	–
	У3	–	+	+
	У4	+	+	+

Из анализа интерактивной матрицы SWOT можно заметить корреляцию слабых сторон и угроз У3Сл2Сл3 и У4Сл1Сл2Сл3.

В рамках третьего этапа должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 3.4.6), которая учитывает сочетание возможностей с сочетанием сильных сторон.

Таблица 3.4.6 – Этап 3 – результаты SWOT анализа

	<p>Сильные стороны проекта: С1: Низкая цена элементов схемы С2: Высокая надёжность электроснабжения потребителей С3: Высокая эргономичность С4: Низкая материалоемкость С5: Высокая ремонтпригодность</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1: Доступность токоведущих частей Сл2: Низкая безопасность Сл3: Низкая энергоэффективность</p>
<p>Возможности проекта В1: Прокладка кабелей в эстакадах В2: Снижение цен на используемое оборудование В3: Повышение стоимости конкурентных разработок В4: Растущая заинтересованность инвесторов</p>	<p>В1С1С3С5, В2С1, В3С1, В4С1</p>	<p>В1Сл1Сл2, В4Сл2Сл3</p>
<p>Угрозы проекта У1: Значительное увеличение стоимости схемы (прокладка кабелей в эстакадах) У2: Повышение цен на компоненты системы У3: Усовершенствования конкурентных технических решений У4: Снижение спроса</p>	<p>У1У2С1</p>	<p>У3Сл2Сл3, У4Сл1Сл2Сл3</p>

После проведения трех этапов SWOT-анализа и на основании его результатов можно сказать:

- Риск снижения спроса – одна из основных угроз проекта, которая коррелирует со всеми его слабыми сторонами;
- Слабые стороны ликвидируемы за счет усовершенствования конструкции схемы;
- Для минимизации угроз необходимо обратить внимание на недостатки данной конфигурации сети электроснабжения, а именно доступность токоведущих частей, низкая энергоэффективность и ремонтпригодность;
- Кроме того, необходимо акцентировать внимание на сильные стороны схемы, такие как экономичность, надёжность и эргономика;
- Прокладка кабелей в эстакадах – одно из наиболее весомых технических решений, относящихся к возможностям проекта, т.к. оно взаимосвязано с большинством сильных сторон;
- За счёт модификации схемы, а именно использования такого способа прокладки кабелей, как прокладка в эстакадах, можно скомпенсировать такие слабости, как доступность токоведущих частей и низкая безопасность;

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что прокладка в эстакадах позволит получить наибольшую отдачу от данного проекта. Благодаря прогрессирующим разработкам в области электроэнергетики и электротехники, совершенствованию конструкций аппаратуры и энергоэффективности материалов негативные факторы могут быть минимизированы.

3.5. Определение ресурсоэффективности проекта

Финансовую эффективность проекта можно оценить при помощи интегрального финансового показателя:

$$I_{фин}^{исп.i} = \Phi_{pi} / \Phi_{max}$$

где $I_{фин}^{исп.i}$ -интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} -стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} -максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Расчёт интегрального финансового показателя проводим в виде табличной формы.

Таблица 3.5.1 – Расчёт интегрального финансового показателя конкурентных технических

Вариант схемы	Φ_{max} , руб.	Φ_{pi} , руб.	$I_{фин}^{исп.i}$, о.е.
Смешанная	23225487,6	19995612,6	0,861
Магистральная		22101737,6	0,952
Радиальная		23225487,6	1

Величина интегрального финансового показателя разработки схемы 4Н отражает соответствующее численное удешевление стоимости схемы ГПП. Схема 4Н имеет наименьший интегральный показатель среди трёх конкурентных технических решений, и, следовательно, вариант схемы 4Н является наиболее финансово эффективным, что является определяющим критерием.

Определение ресурсоэффективности проекта схемы 4Н можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i – весовой коэффициент разработки;

b_i – балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Расчёт интегрального показателя ресурсоэффективности схем проводим в виде табличной формы.

Таблица 3.5.2 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Радиальная	Магистральная	Смешанная
1. Безопасность	0,25	5	5	5
2. Удобство в эксплуатации	0,10	5	5	5
3. Помехоустойчивость	0,10	4	4	4
4. Энергосбережение	0,15	5	4	4
5. Надёжность	0,25	4	5	5
6. Материалоёмкость	0,15	5	4	4
Итого:	1,00	4,6	4,5	4,5

Рассчитываем показатель ресурсоэффективности:

$$I_p = 0,25 \cdot 5 + 0,1 \cdot 5 + 0,1 \cdot 4 + 0,15 \cdot 4 + 0,25 \cdot 5 + 0,15 \cdot 4 = 4,6$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение, что говорит об эффективности использования технического проекта.

Таким образом, в нашем случае достаточно применения радиальной схемы электроснабжения, обеспечивающей достаточную надёжность и простоту эксплуатации.

3.6. Планирование научно-исследовательских работ

3.6.1. Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Перечень этапов и работ, проведённых в рамках научного исследования представлен в таблице 3.6.1.1.

Таблица 3.6.1.1 – Перечень этапов работ научного исследования

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка ТЗ	1	Составление технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор материалов по теме	Инженер
	3	Изучение релевантной информации	Инженер
	4	Систематизирование информации	Инженер
	5	Создание календарного плана работ	Инженер
Теоретические исследования	6	Анализ возможных конфигураций сети электроснабжения цеха	Инженер
	7	Разработка вариантов схем электроснабжения на основе существующих конфигураций	Инженер
	8	Выбор электрооборудования и его расположения на предприятии	Инженер
	9	Предварительный расчёт нагрузок	Инженер
	10	Выбор токоведущих линий и аппаратов защиты	Инженер
	11	Сравнение вариантов схем	Инженер
Обобщение и оценка результатов	12	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер
	13	Оформление отчёта по НИР	Инженер

В результате определения структуры работ в рамках научного исследования было выявлено четыре основных этапа и 13 работ. Первый этап, включающий в себя разработку технического задания, осуществляется руководителем проекта, остальные 12 работ выполняются инженером.

3.6.2. Определение трудоёмкости выполнения работ

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости $t_{ож\ i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5};$$

где $t_{ож\ i}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Если в качестве примера брать первый этап – выбор направления научных исследований, то можно сказать, что скорость работы исполнителя напрямую зависит от его опыта в проектировании и анализе энергосетей и схем электроснабжения. Таким образом, минимально возможную трудоёмкость можно оценить в 3 чел.-дн., а максимальную – 5 чел.-дн. Рассчитаем трудоёмкость с учётом того, что рабочая неделя составляет 5 дней:

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,8 \text{ чел.-дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоёмкости следует рассчитать продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i};$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

3.6.3. Разработка графика проведения научного исследования

Для построение графика проведения научного исследования воспользуемся ленточным графиком в форме диаграммы Ганта. Необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}};$$

где $T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}$ – количество календарных, выходных и праздничных дней в году соответственно.

Коэффициент календарности для 2016 года составляет:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{366}{366 - 199} = 1,48.$$

Тогда длительность рассмотренной выше работы в календарных днях составит:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} = 3,8 \cdot 1,48 = 5,63 \sim 6 \text{ дн.}$$

Расчетные показатели для построения диаграммы Ганта для научного исследования приведены в таблице 3.6.3.1.

Таблица 3.6.3.1 – Временные показатели проведения научного исследования

№ п/п	Название работы	Трудоёмкость работ			Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}	Длительность работ в календарных днях T_{ki} ц.целое
		t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{ож}$, чел-дни			
1	Составление технического задания	1	3	1,8	1,8	2,7	3
2	Подбор материалов по теме	1	2	1,4	1,4	2,1	2
3	Изучение релевантной информации	2	4	2,8	2,8	4,1	4
4	Систематизирование информации	1	2	1,4	1,4	2,1	2
5	Создание календарного плана работ	1	2	1,4	1,4	2,1	2
6	Анализ возможных конфигураций сети электроснабжения цеха	1	1	1	1	1,5	1
7	Разработка вариантов схем электроснабжения на основе существующих конфигураций	2	3	2,4	2,4	3,6	4
8	Выбор электрооборудования и его расположения на предприятии	2	4	2,8	2,8	4,1	4
9	Предварительный расчёт нагрузок	4	9	6	6	8,9	9
10	Выбор токоведущих линий и аппаратов защиты	1	2	1,4	1,4	2,1	2
11	Сравнение вариантов схем	3	6	4,2	4,2	6,2	6
12	Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,4	1,4	2,1	2
13	Оформление отчёта по НИР	6	10	7,6	7,6	11,2	11
ИТОГО		26	50	36,4	36,4	52,7	53

На основании данных таблицы 3.6.3.1 строится календарный план-график, таблица 3.6.3.2. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта. Для

имеющейся в таблице 3.6.3.1 максимальной трудоёмкости длительность выполнения проекта в рабочих днях составит 36 дней, в календарных – 53, что далее будет учтено в расчётах основной заработной платы исполнителей темы. Согласно календарному плану-графику максимальная длительность выполнения работ составит 74 календарных дня.

Продолжение таблицы 3.6.3.2

11	Сравнение вариантов схем	Инженер	9											
12	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	3											
13	Оформление отчёта по НИР	Инженер	15											
ИТОГО			74											

Как видно из календарного план-графика проведения НИОКР, самыми трудоемкими оказались этапы предварительного расчёта нагрузок, сравнение вариантов схем, а также оформление отчёта по НИР. Расчет нагрузок требует от исполнителя умения работать с большими объемами информации, владения математическим аппаратом по расчету параметров схемы электроснабжения, а также навыки работы со специализированным программным обеспечением, например, с программой Electronics Workbench. Сопоставление трех различных вариантов схем также является трудоемким процессом, т.к. необходимо принять во внимание и учесть множество факторов, влияющих на целесообразность применения той или иной конфигурации системы электроснабжения. И, наконец, оформление отчета по научно-исследовательской работе заслуживает отдельного внимания, т.к. он является весьма важным документом на этапе отчетности о проделанной работе, подачи заявки на финансирование или привлечения инвесторов, а также дальнейших разработках. Эти этапы являются ключевыми в ходе проведения научного исследования, поэтому уделение им достаточного количества времени целесообразно.

3.7. Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

3.7.1 Расчет материальных затрат

В материальные затраты включают дополнительные затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители, картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.).

Таблица 35 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Зм), руб.
Бумага	1	200	200
Ручка	3	30	90
папка	1	40	40
Калькулятор	1	300	300
Итого			630

При расчете материальных затрат расходы на транспорт не учитывались, т.к. канцелярские принадлежности доставлялись на рабочее место исполнителями технического проекта.

3.7.2 Полная заработная плата исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату. Она определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{полн}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Заработная плата инженера главного специалиста определяется как:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

где $Z_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата, составляет $0,15 Z_{\text{осн}}$;

$Z_{\text{осн}}$ - основная заработная плата.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{д}} \cdot T_{\text{р}};$$

где $Z_{\text{д}}$ - среднедневная заработная плата;

T_p - суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D};$$

где Z_M – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M = 10,95$ для пятидневной рабочей недели и отпуске в 32 рабочих дней);

F_D – действительный годовой фонд научно технического персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней).

Месячный оклад научно-технического работника определяется по формуле:

$$Z_M = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_D) \cdot k_p;$$

где $Z_{\text{ТС}}$ – заработная плата по тарифной ставке;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, 0,3;

k_D – коэффициент доплат и надбавок, 0,35;

k_p – районный коэффициент, для наших исследуемых зон примем для Сибирского региона 1,3.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$Z_{\text{ТС}} = T_{\text{ci}} \cdot k_T;$$

где T_{ci} – тарифная ставка работника;

k_T – тарифный коэффициент в зависимости от ставки.

С помощью вышеперечисленных формул найдём основную заработную плату руководителя НТИ:

$$Z_{\text{ТС}} = T_{\text{ci}} \cdot k_T = 9000 \cdot 1,407 = 12663 \text{руб};$$

$$Z_M = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_D) \cdot k_p = 12663 \cdot (1 + 0,3 + 0,35) \cdot 1,3 = 27162,13 \text{руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{27162,13 \cdot 10,95}{365 - 118} = 1204,14 \text{руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 1204,14 \cdot 35 = 42145,08 \text{руб};$$

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} + 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} = 42145,08 + 0,15 \cdot 42145,08 = 48466,84 \text{руб}.$$

Аналогично рассчитаем заработную плату инженера:

$$Z_{\text{ТС}} = T_{\text{ci}} \cdot k_T = 5000 \cdot 0,75 = 3750 \text{руб};$$

$$Z_M = Z_{\text{ТС}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 3750 \cdot (1 + 0,3 + 0,25) \cdot 1,3 = 7556,25 \text{руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{7556,25 \cdot 11,2}{366 - 118} = 341,25 \text{руб}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p = 341,25 \cdot 64 = 21840 \text{руб};$$

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} = Z_{\text{осн}} + 0,15 \cdot Z_{\text{осн}} = 21840 + 0,15 \cdot 21840 = 25116 \text{руб}.$$

3.7.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления в соответствии с законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}),$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На основании пункта 1 ст.58 Федерального закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2017 году вводится пониженная ставка – 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{\text{внеб1}} = 0,302 \cdot (48466,85) = 14636,98 \text{руб}.$$

$$Z_{\text{внеб2}} = 0,302 \cdot (25116) = 7585,03 \text{руб}.$$

Сведем в таблицу 36 расчёты заработной платы и отчисления во внебюджетные фонды:

Таблица 36 – Размер заработной платы и величина отчислений во внебюджетные фонды

		Тсi	Зтс	Зм	Здн	Зосн	Здоп	Зп	Звнеб
1	Руководитель НИТ	9000	12663	27162,13	1204,14	42145,8	6325	48466,84	14636,98
2	Инженер	5000	3750	7556,25	341,25	21840	3276	25116	7585,03
	Итого							73582,84	22222,01

3.7.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, которые не включенные в предшествующие статьи расходов: ксерокопирование и печать материалов исследования, оплата электроэнергии, связи, почтовые ирасходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{накл}} &= Z_{\text{проч.}} \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{спец}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\
 &= (630 + 73582,84 + 22222,01) \cdot 0,16 = 15429,57 \text{руб}
 \end{aligned}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

3.7.5 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта составляет основу для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку проекта.

Определение суммы затрат на технический проект приведено в
таблице 37.

Таблица 37 – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
1. Материальные затраты	0,63	0,56
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	73,58	65,7
3. Отчисления во внебюджетные фонды	22,22	19,86
4. Накладные расходы	15,42	13,78
<i>Итого</i>	111,85	100,0

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 111,85 тыс.руб, из которых более половины (65,7 %) составляют затраты на оплату труда исполнителей проекта. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

Список использованных источников

1. 5160-89 «Санитарные правила для механических цехов (обработка металлов резанием)»
2. РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчету электрических нагрузок
3. Электроснабжение промышленных предприятий: Учебное пособие./ Л.П. Сумарокова; Томский политехнический университет – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 288 с.
4. Технический каталог электродвигателей; Российский электротехнический концерн РУСЭЛПРОМ; ОАО «Сафоновский электромашиностроительный завод», 2010. - 144 с.
5. Элементы энергосбережения в электроснабжении промышленных предприятий: учебное пособие/ Г.Н. Климова, А.В. Кабышев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 189с.
6. Устройства наружной установки блочные трансформаторные П/СТ КТПБ(А) 110/10(6): Технический каталог; «АВМ АМПЕР», 2011 – 14 с.
7. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие/А.В. Кабышев, С.Г. Обухов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 248 с.
8. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2012. – 376 с. : ил.
9. Правила устройства электроустановок [Текст]: Все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2009. – 853 с., ил.
10. Обухов С.Г. Математическое моделирование в системах электроснабжения: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Математическое моделирование в системах электроснабжения» / Томский политехнический университет. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2014. – 74 с.

11. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1987. -648с.

12. Выключатели автоматические типа ВА57-35, ВА57Ф35. Руководство по эксплуатации ГЖИК.641453.001 РЭ. АО «КЭАЗ»

13. Электроснабжение объектов. Ч.1. Расчет электрических нагрузок, нагрев проводников и электрооборудования: учебное пособие/А.В. Кабышев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 185с.

14. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.;

15. Пульс цен [Электронный ресурс] : стоимость трансформаторов, кабелей, защитный аппаратов : URL: <http://www.pulscen.ru/> (Дата обращения: 14.04.2017);

16. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1, 2003 г.

17. Бородин Ю.В., Извеков В.Н., Ларионова Е.В., Плахов А.М. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность».- Томск: ТПУ, 2014. – 9 с.

18. Извеков В.Н, Гусельников М.Э., Крепша Н.В., Панин В.Ф. Методические указания по разработке раздела «Производственная и экологическая безопасность».- Томск: ТПУ, 2006. – 42 с.

19. ГОСТ 12.4.011-89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

20. Федеральный закон РФ от 22.07.2008г. №123 ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

21. Р2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
22. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
23. СНиП 23-05-95* “Естественное и искусственное освещение.”
24. ГОСТ 12.1.003-83 “Шум. Общие требования безопасности.”
25. ГОСТ 12.1.012-90 “Вибрационная безопасность. Общие требования.”
26. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
27. СНиП 11-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.
28. СНиП II-90-81. Производственные здания промышленных предприятий.
29. Постановление Администрации г. Томска от 11.11.2009 г. №1110 (с изменениями от 24.12.2014).
30. Постановление Правительства РФ от 03.09.2010 №681.
31. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77). “Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.