

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Агафонов Александр Викторович
Должность: директор филиала
Дата подписания: 19.03.2021 10:49:16
Уникальный программный ключ:
2539477a8ecf706dc9cff164bc411eb6d3c4ab06

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

**Кафедра информационных технологий, электроэнергетики
и систем управления**

**УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала**

А.В. Агафонов

« 28 » мая 2021 г.



Выпускная квалификационная работа бакалавра

Направление 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Выпускная работа бакалавра. Направление 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника» Методические указания. 2021, 74 с.

Составители: С.В. Венедиктов, Данилова Н.Е.

Рецензенты:

Профессор кафедры электроснабжения промпредприятий ЧГУ им. И.Н. Ульянова Михеев Г.М.

Заведующий кафедрой информационных технологий, электроэнергетики и систем управления Тогузов Сергей Александрович

Изложены основные требования, предъявляемые к содержанию и оформлению выпускной квалификационной работы бакалавра, написанию отзывов, и оформлению документов. Изложены рекомендации по выполнению работы, по подготовке к защите и по защите работы на заседании ГЭК.

Для бакалавров-выпускников по направлению 13.03.02 - «Электроэнергетика и электротехника».

Утвержден методической комиссией кафедры информационных технологий, электроэнергетики и систем управления, протокол № 02 от «10» сентября 2021 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполняется на завершающем этапе обучения бакалавров по образовательной программе базового высшего образования по соответствующему направлению.

ВКР является результатом самостоятельной работы студента и выполняется в соответствии с учебным планом и ФГОС ВО по направлению 13.03.02 - «Электротехника и электротехника».

На подготовку и защиту ВКР отводится 6 недель. Информационной базой для разработки являются материалы, собранные студентом в период предшествующей ВКР практики (4 недели) на предприятии или в организации.

В процессе выполнения ВКР достигаются:

- углубление и расширение теоретических и практических знаний по изучаемому направлению для их применения при решении научных, технических, и производственных задач;

- овладение умениями и навыками теоретических, расчётных, экспериментальных, графических и других методов решения технических проблем и вопросов;

- выяснение степени подготовленности студентов к самостоятельной работе, умение обосновывать принимаемые решения и оценивать их техническую и практическую эффективность.

За принятые в ВКР технические решения, правильность вычислений, соответствие оформления пояснительной записки, чертежей, схем и демонстрационных плакатов ГОСТам, ЕСКД и требованиям настоящих методических указаний, общую и техническую грамотность отвечает студент – автор ВКР.

2 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ВКР

Выполненная ВКР должна содержать: расчетно-пояснительную записку (РПЗ), графическую часть (чертежи и плакаты), отзыв руководителя, электронную версию ВКР, читаемую в лицензионных программах института.

2.1 Структура расчетно-пояснительной записки ВКР

Расчетно-пояснительная записка включает:

- 1.Титульный лист
- 2.Лист - задание на выполнение ВКР
- 3.Лист - оглавление
- 4.Аннотация на русском языке
- 5.Аннотация на английском языке
- 6.Введение
- 7.Основной текст
- 8.Заключение
- 9.Список литературы
- 10.Приложения

2.2 Примерное содержание основного текста расчетно-пояснительной записки ВКР

Введение.

1. Исходные данные на разработку системы электроснабжения объекта (завода, фрагмента завода, организации, предприятия и т.п.).
2. Описание технологического процесса производимых работ на объекте.
3. Краткая характеристика среды производственных помещений и категории надежности потребителей на объекте.
4. Расчет электрических нагрузок.
 - 4.1. Общие положения: методы расчета электрических нагрузок.
 - 4.2. Расчет электрических нагрузок производственного подразделения (цеха).
 - 4.3. Расчет электрических нагрузок по предприятию (объекту) в целом.
 - 4.4. Картограмма и определение центра электрических нагрузок.
5. Выбор числа и мощности трансформаторов по корпусам.
6. Схема внешнего электроснабжения объекта в целом.
7. Выбор и расчет внутривзаводской электросети 6 – 10 кВ.
8. Расчет токов короткого замыкания в электрической сети выше 1000 В.
10. Разработка и расчет схемы электроснабжения производственного подразделения (цеха)
11. Рассмотрение вопросов безопасности и экологичности.

2.3 Примерное содержание графической части

1. Титульный лист.
2. Генплан с нанесением схемы внутреннего электроснабжения завода.
3. Варианты схемы электроснабжения с экономическими показателями сравнения.
4. Однолинейная схема электроснабжения завода.
5. Схема электроснабжения цеха (или схема релейной защиты в сети свыше 1000 В с элементами обеспечения БЖД).

Графическая часть проекта должна содержать 4 листа чертежей и плакатов. Она с достаточной полнотой должна иллюстрировать материал, представленный в расчетно-пояснительной записке.

В каждом конкретном случае объем и содержание проекта определяет руководитель проекта в зависимости от глубины проработки отдельных вопросов.

Методические рекомендации по выполнению ВКР в целом, расчетно - пояснительной записки и графической части содержатся в приложении 2 настоящих «Методических указаний»

3 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

РПЗ содержит весь текстовый материал ВКР.

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки служит источником информации, необходимой для обработки и поиска документа.

На титульном листе приводят следующие сведения:

- наименование вышестоящей организации;
- наименование организации-исполнителя;
- название темы ВКР;
- фамилия, инициалы руководителей организации-исполнителя и руководителей пояснительной записки;
- место и дата составления.

Пример титульного листа приведен в приложении А.

Задание должно быть конкретным и давать представление об основных путях решения поставленной задачи, о содержании, объеме и сложности работы, ожидаемых результатах. Название темы ВКР должно быть кратким, отражающим его основное содержание, и не изменяться после утверждения темы. В исходных данных указываются базовые параметры, необходимые при выполнении ВКР, например, технические требования к системе управления по качеству управления, габаритам, массе, надёжности и др.

Аннотация включает изложение цели, результаты работы, возможность практического применения, ожидаемые технико-экономические результаты.

Общие требования к аннотации оформляется в соответствии с ГОСТ 7.9. Аннотация включает характеристику основной темы, проблемы объекта, цели ВКР и ее результаты. В аннотации указывают, что нового несет в себе данный документ в сравнении с другими, родственными по тематике и целевому назначению.

Аннотация может содержать сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей пояснительной записки, количестве использованных источников.

Рекомендуемый средний объем аннотации 500 печатных знаков. **Введение** раскрывает сущность решаемых задач и их практическое значение.

Основное содержание работы излагается **в разделах** ВКР. Основная часть проекта должна излагаться в разделе по п.2.2.

Содержание включает перечень всех разделов и подразделов с указанием номеров страниц, с которых они начинаются. Пример листа с содержанием приведен в приложении В.

Материал, изложенный в разделах основной части, должен быть посвящен анализу исходных данных и разработке системы электроснабжения объекта с использованием полученных в результате обучения в учебном заведении теоретических знаний и навыков. В РПЗ в общем случае должны быть приведены данные и раскрыты следующие вопросы:

- особенности технологического процесса данного предприятия (цеха), классификация и общие характеристики потребителей электроэнергии (по роду тока, напряжению, надежности и т.п.);
- характеристика окружающей среды производственных помещений.
- определены электрические нагрузки по группам приемников электроэнергии, цехам и предприятию в целом;

- выбрано рациональное значение напряжения для питающей сети предприятия;
- выбраны количество, мощности и типы силовых трансформаторов главной понизительной подстанции (ГПП) и цеховых подстанций (ЦП);
- технико-экономические сопоставлены возможные варианты и выбрана схема электроснабжения предприятия;
- выбраны схемы электрических соединений ГПП, главного распределительного пункта (ГРП) (в зависимости от выбранного в проекте решения);
- выбраны конструкции распределительного устройства (РУ) высшего напряжения (ВН) ГПП (ГРП) и конструкции цеховой трансформаторной подстанции (ТП);
- рассчитаны токи короткого замыкания (КЗ) и выбрана коммутационно-защитная аппаратура в сети ВН.
- выбраны и рассчитаны устройства релейной защиты и автоматики;
- рассмотрены схемы внутреннего электроснабжения с проведением соответствующих технических расчетов;
- рассчитаны сети низшего напряжения (НН) одного из цехов, электроснабжение которого подробно рассматривается в проекте;
- выбраны схемы питания приемников электроэнергии на НН, способы и системы прокладки сети НН в цехе;
- рассчитаны токи КЗ в сети НН и выбрана коммутационно-защитная аппаратура;
- выбран режим нейтрали системы электроснабжения цеха с учетом технологических особенностей потребителей электроэнергии;
- рассчитаны элементы заземления, молниезащиты ГПП, ГРП или ТП, защиты подстанций от перенапряжений и защиты подземных сетей от электрокоррозии.

В разделе «Безопасность и экологичность разработки» предусматривается углубленное изучение вопросов, связанных с темой ВКР. Например, мероприятия по технике безопасности в электроремонтном цехе и по технике безопасности при монтаже электрооборудования системы электроснабжения предприятия, противопожарные требования и охрана труда на предприятии и др.

В разделе **«Заключение»** приводится перечень результатов, достигнутых в результате ВКР, оценивается их значение для науки и практики, а также прогнозируются пути развития и совершенствования решений, затронутых в ВКР проблем.

В разделе **«Список использованных источников»** приводится список цитируемых в ВКР книг, журнальных статей и электронных источников.

Подробные методические указания по выполнению ВКР изложены в приложении 2.

3.1 Правила оформления текстового материала

В процессе оформления ВКР (РПЗ и графического материала) следует придерживаться определенных правил.

РПЗ **должна начинаться с титульного листа** (Приложение 1). Далее следует **техническое задание, оглавление, аннотации (на русском и английском языках), введение и основное изложение материала ВКР**. Образец оформления листа задания представлен в приложении 2. Титульный лист должен быть подписан автором ВКР, руководителем и заведующим кафедрой.

В задании необходимо указать тему, дату и номер приказа по утверждению тем и фамилию руководителя ВКР. Все эти данные сверяются с приказом по утверждению тем ВКР. Копии приказов находятся на кафедре. Приказы издаются по каждой форме обучения отдельно. **Задание оформляется в 3-х экземплярах** (для личного дела, РПЗ и на кафедру).

В оглавлении с указанием страниц **приводятся** аннотации, введение, заголовки разделов и подразделов, список использованных источников, перечень приложений. Нумерация страниц текста сквозная (начинается с первого листа и до последнего), номера страниц располагаются в правом нижнем углу. Номер страницы проставляется арабскими цифрами со второй страницы раздела «Введение». На листе оглавления размещается основная надпись для текстовых документов по ГОСТ 2.104 форма 2 (приложение 4).

Оптимальное количество страниц РПЗ ВКР от 70 до 100 страниц (с приложениями). РПЗ подшивается в твердый переплет (в три дырочки). Концы шпагата остаются в конце РПЗ, склеиваются. В местах склеивания ставится штамп института.

Общие требования к оформлению пояснительной записки изложены в ГОСТ 2.105 и ГОСТ 6.38.4.

РПЗ составляется на листах формата А4 ГОСТ 2.301—68 на одной стороне. Текст набирается на компьютере. Таблицы, рисунки и схемы возможно оформлять ручным способом карандашом или машинным способом в графическом редакторе. Описки, графические неточности, ошибки в расчетах, обнаруженные в процессе

выполнения разработки, допускается аккуратно исправлять с нанесением на том же листе исправленного текста (графики).

Текст содержания пояснительной записки должен быть четким, лаконичным и отражать сущность вопроса. Терминология и определения принимаются едиными в соответствии с установленными стандартами, а при их отсутствии - общепринятыми в научно-технической литературе. Изложение материала должно идти от первого лица множественного числа (определяем, принимаем) или от третьего лица единственного числа (определяется, принимается).

Все слова в тексте пишутся полностью, сокращения, кроме принятых. Текст должен отвечать требованиям грамматики и стилистики русского языка. Не разрешается применять в тексте индексы стандартов (ГОСТ, СТП, РСТ, ОСТ и др.) без регистрационного номера. Аббревиатуры понятий должны иметь расшифровку в тексте (сразу за аббревиатурой в скобках). Расшифровка аббревиатуры дается один раз при первом употреблении аббревиатуры. Расшифровка аббревиатур, встречающихся в тексте, может быть приведена и в одном из приложений к ДП.

При наборе на листе в обязательном порядке следует соблюдать поля: слева - 25 мм, справа - 10 мм, сверху - 15 мм, снизу - 20 мм. Текст РПЗ имеет следующий формат: размер шрифта - №14, межстрочный интервал - полуторный, выравнивание текста по ширине, отступ абзаца - 1,25 см.

РПЗ, содержащая сплошной текст, делится на разделы и подразделы.

Каждый раздел пояснительной записки рекомендуется выполнять, начиная с нового листа. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точек в пределах всей пояснительной записки. Перенос слов в заголовках разделов и подразделов не допускается, точка в конце заголовков не ставится. Если заголовок состоит из двух предложений, то в конце первого ставится точка. Названия разделов и подразделов выравниваются по центру.

Заголовки глав набираются шрифтом №14 (полужирным), заглавными буквами.

Например:

3 РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ВНУТРЕННЕГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Подразделы нумеруются арабскими цифрами шрифтом №14 (полужирным) в пределах данного раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера данного подраздела по порядку.

Например:

3.1 Определение электрических нагрузок цеха

Заголовок подраздела набирается через строку после заголовка раздела, текст подраздела набирается через строку после его названия. Не рекомендуется организовывать подраздел, если их размер составляет меньше страницы.

Для выделения понятий и терминов в РПЗ применяется курсивный шрифт размером №14. В РПЗ рекомендуется использовать маркированные списки с маркером в виде «-».

3.2 Правила оформления формул и таблиц

В РПЗ, как правило, имеются формулы. При написании формул следует использовать редактор формул. В формулах в качестве символов следует применять буквенные обозначения, установленные соответствующими стандартами. Обозначения величин и числовых коэффициентов, входящих в формулу, должны быть расшифрованы непосредственно под формулой. Расшифровку каждого символа дают с новой строки в той последовательности, в какой они приведены в формуле. Первая строка расшифровки должна начинаться со слова "где". Запятая ставится после формулы. Формулы располагать надо так, чтобы они не сливались с текстом.

Условные буквенные обозначения механических, химических, физических, математических и других величин, а также условные графические обозначения, должны соответствовать установленным в государственных стандартах. Обозначения величин физических единиц выражаются в единицах СИ после цифрового значения величины без переноса на следующую строку, например: $f_{ном.} = 1 \text{ МГц}$. В тексте не допускается сокращение обозначений единиц физических величин, если они употребляются без цифр за исключением единиц физических величин в заголовках таблиц и в расшифровках буквенных обозначений, входящих в формулы. Интервалы величин в виде «от и до» пишутся через черточку (15-20%; 1-3 МОм и т.п.). Математические знаки в тексте пишутся словами (например, в формулах «+», «-», а в тексте - «плюс», «минус»).

Каждая формула нумеруется арабскими цифрами в пределах данного раздела и выравнивается по центру. Номер ставится в той же строке справа в круглых скобках и выравнивается по правому краю.

Например:

$$I_{ном} \times \frac{1000 P_{ном}}{3 U_{ном} \eta_n \cos \varphi_n} \quad (2.1)$$

где $P_{ном}$ – номинальная мощность электродвигателя, кВт,

$U_{ном}$ – номинальное напряжение сети, В;

η_n – паспортный коэффициент полезного действия электродвигателя;

$\cos \varphi_n$ – паспортный коэффициент мощности электродвигателя.

Цифровой материал в РПЗ оформляется в виде таблиц. Таблицы нумеруют в пределах данной главы арабскими цифрами. Оформляются таблицы следующим образом: справа над таблицей пишется слово «Таблица» и ее номер, на следующей строке заголовок таблицы.

Например:

Таблица 4.7

Расчетные данные электрических нагрузок цеха

Если таблица большая, то допускается переносить ее на следующую страницу. При этом заголовок над ее продолжением не пишется, а над таблицей помещают слова «Продолжение таблицы ...» с указанием ее номера. Если таблица не уместилась на одну страницу, то заголовки колонок можно не повторять, а повторяют только нумерацию колонок.

Таблицу располагают в тексте после первого упоминания о ней (возможно и на отдельной странице). При этом если в тексте указывается, что в такой-то таблице помещены следующие данные, то слово «Таблица» пишется полностью.

Например: **В таблице 4.4 представлены расчетные нагрузки цеха.**

Если же делается ссылка на таблицу, то слово «Таблица» пишется сокращенно.

Например: **Анализ результатов исследований (табл. 5.6) показал, что. ...**

При повторных ссылках на таблицу следует ссылаться: **(см.табл.5.6)**

3.3 Правила оформления графического материала в РПЗ

Все графические материалы, представленные в РПЗ, называются рисунками. Рисунки следует выполнять четко, наглядно, аккуратно. Нумеруются рисунки арабскими цифрами в пределах данной главы. Номер рисунка состоит из номера главы и номера по порядку данного рисунка.

Например: **Рисунок 4.2 – Схема электроснабжения цеха**

Размещать рисунки следует с соблюдением полей, с выравниванием по центру. Подпись размещают под рисунком, поясняющие рисунок надписи в пределах названия рисунка, помещают под заголовком рисунка. Рисунки располагаются сразу после ссылки на них в тексте. Ссылки на рисунки делаются аналогично таблицам.

Например: **На рисунке 4.3 представлена схема размещения электрооборудования цеха.**

3.4 Правила оформления списка литературы и приложений

В тексте РПЗ в обязательном порядке должны быть ссылки на технические документы (стандарты, нормативные и нормативно-технические документы, руководящие указания, правила, технические условия и др.), использованные литературные или электронные источники: книги, статьи, отчеты, электронные документы, официальные сайты. Ссылаться следует на документ и источник в целом или его разделы и приложения. Ссылки на подразделы, пункты, таблицы и иллюстрации не допускаются, за исключением подразделов, пунктов, таблиц и иллюстраций данного документа. При ссылках на стандарты и технические условия указывают только их обозначение, при этом допускается не указывать год их утверждения при условии полного описания стандарта в списке использованных источников в соответствии с ГОСТ 7.1.

В ссылке в квадратных скобках указывается номер соответствующего источника (например, [8]). В списке использованной литературы под этим номером указывается автор, полное название книги, статьи, место издательства, название издательства, год (для статей номер журнала, страницы). Если количество авторов больше четырех, то в списке литературы указывают фамилии

первых двух авторов со словами «и др.». Источники в списке использованной литературы перечисляются в алфавитном порядке по фамилиям авторов, адреса сайтов приводятся в конце списка.

Пример оформления списка литературы приведен в приложении 5. Если в РПЗ много таблиц, рисунков, программ, расчетов на ЭВМ, то их можно помещать в конце пояснительной записки в приложениях, а по тексту делать соответствующие ссылки на приложение. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху справа страницы слова

«Приложение» и его номер (шрифт №14, полужирный, выравнивание по левому краю).

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, И, О, Ч, Ъ, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. При нумерации таблиц и рисунков в приложениях после слов «Таблица» или «Рисунок», ставится буква П

Например:

Таблица П.1.2. – вторая таблица первого приложения.

Рисунок П.2.1. – первый рисунок второго приложения.

4 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

Плакаты (схемы, таблицы, диаграммы, чертежи общего вида, сборочные чертежи и т.п.) должны наглядно дополнять и подтверждать изложенный в РПЗ текст и отражать результаты ВКР. Оформление листов - контрастное, черно-белое. Допускается изготовление в цвете иллюстрационных листов (диаграмм, блок-схем и т.п.).

Основные надписи чертежей регламентируются ГОСТ 2.104—68, ГОСТ 21.103 –78, масштабы чертежей - ГОСТ 2.302-68, линии - ГОСТ 2.303-68, форматы - ГОСТ 2.301 – 68, шрифты - ГОСТ 2.304 – 81, изображения, виды — ГОСТ 2.305-68, обозначения материалов – ГОСТ 2.306 – 68.

Графическая часть и изображаемые элементы проекта должны соответствовать требованиям Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и других нормативно - технических документов.

При вычерчивании электрических схем установок и планов расположения электрооборудования промышленных предприятий используют в основном условные графические изображения стандартов ЕСКД, системы проектной документации для строительства (СПДС) и СЭВ:

ГОСТ 2.702—75 (Правила выполнения электрических схем)

ГОСТ 2.710 – 84 (Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах)

ГОСТ 2.721—74 (Обозначения условно – графические в схемах. Обозначения общего применения).

ГОСТ 2.722—68 (Обозначения условно – графические в схемах. Машины электрические)

ГОСТ 2.723— 68 (Обозначения условно – графические в схемах. Катушки индуктивности, дроссели, трансформаторы и магнитные усилители)

ГОСТ 2.725 – 68 (Обозначения условно – графические в схемах. Устройства коммутирующие)

ГОСТ 2.726-68 (Обозначения условно – графические в схемах. Токосъемники)

ГОСТ 2.727—68 (Обозначения условно – графические в схемах. Разрядники, предохранители)

ГОСТ 2.728—74 (Обозначения условно – графические в схемах. Резисторы, конденсаторы)

ГОСТ 2.729—68 (Обозначения условно – графические в схемах. Приборы электроизмерительные)

ГОСТ 2.730-73 (Обозначения условно – графические в схемах. Приборы полупроводниковые)

ГОСТ 2.731—81 (Обозначения условно – графические в схемах. Приборы электровакуумные)

ГОСТ 2.732—68 (Обозначения условно – графические в схемах. Источники света)

ГОСТ 2.742—68 (Обозначения условно – графические в схемах. Источники тока электрохимические)

ГОСТ 2.743—82 (Обозначения условно – графические в схемах. Элементы цифровой техники)

ГОСТ 2.745 - 68 (Обозначения условно – графические в схемах. Электронагреватели, устройства и установки электротермические)

ГОСТ 2.747—68 (Обозначения условно – графические в схемах. Размеры условных графических обозначений)

ГОСТ 2.748 – 86 (Обозначения условно – графические в схемах. Реле защиты)

ГОСТ 2.755—87 (Обозначения условно – графические в схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения)

ГОСТ 2.756-76 (Обозначения условно – графические в схемах. Воспринимающая часть электромеханических устройств)

ГОСТ 2.767 - 89 (Обозначения условно – графические в схемах. Реле защиты)

ГОСТ 21.607—82 (Электрическое освещение территории промышленных предприятий. Рабочие чертежи)

ГОСТ 21.608—84 (Внутреннее электрическое освещение. Рабочие чертежи)

ГОСТ 21.613- 88 (Силовое электрооборудование. Рабочие чертежи)

ГОСТ 21.614—88 (Изображения условные графические электрооборудования и проводок на планах)

СТ СЭВ 5679 - 86 (Обозначения общего применения в электрических схемах).

Для удобства чтения схемы краткие технические данные ее элементов и устройств вместе с их позиционными обозначениями заносят в перечень

элементов схемы, заполняя его сверху вниз. Перечень элементов оформляют в виде таблицы и располагают над основной надписью. Продолжение его помещают слева от основной надписи. Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм.

Графический материал рекомендуется оформлять на чертежной бумаге формата А1 (594x841) в ручном или компьютерном исполнении в соответствии с требованиями ЕСКД. Номинальное количество листов графического материала – 5 листов формата А1. На всех листах вычерчивается рамка и основная надпись по ГОСТ 2.104 - 68*, форма 1 (Приложение 4).

В основной надписи указывается наименование листа, условное обозначение ВКР, наименование учебного заведения, указываются ФИО студента, руководителя, консультантов, заведующего выпускающей кафедры. Пример заполнения основной надписи приведен в таблице 1.

В таблице 1 приведены следующие характеристики ВКР:

1. Условное обозначение выпускной квалификационной работы – ВКР 140400 – шифр направления подготовки 110920 - учебный шифр студента 2014г. – год защиты выпускной квалификационной работы

2. Наименование листа состоит из названия ВКР и названия листа чертежа - 1. Условное обозначение выпускной квалификационной работы – ВКР

«Система электроснабжения...» «Однолинейная схема...»

3. Литера У – ВКР.

5. Масштаб – масштаб изображения указывается только на чертеже общего вида, на сборочном чертеже или на чертеже детали.

6. Наименование учебного заведения, кафедры ЧПИ (ф) Университета машиностроения, кафедра ЭСФМ.

Оформление листов - контрастное, черно-белое. Допускается изготовление в цвете иллюстрационных листов (диаграмм, блок-схем и т.п.). Рисунки, графики, таблицы и диаграммы должны наглядно дополнять и подтверждать изложенный материал и отражать тему ВКР. Если на плакате представлено несколько рисунков или таблиц, они должны быть пронумерованы и подписаны

Таблица 1.

					ВКР 13.03.02 - 111222 - 2015г		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разработал</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>					У	4	
<i>Н.контроль</i>	Петров И.И.				<i>ЧПИ (ф) Университета машиностроения, кафедра ЭСФМ</i>		
<i>Зав.каф.</i>	Венедиктов С.В.						

Оформление листов - контрастное, черно-белое. Допускается изготовление в цвете иллюстрационных листов (диаграмм, блок-схем и т.п.). Рисунки, графики, таблицы и диаграммы должны наглядно дополнять и подтверждать изложенный материал и отражать тему ВКР. Если на плакате представлено несколько рисунков или таблиц, они должны быть пронумерованы и подписаны.

Основные правила выполнения диаграмм, изображающих функциональную

зависимость двух и более переменных величин в системе координат, установлены в рекомендациях Р 50-77-88 «ЕСКД. Правила выполнения диаграмм». Диаграммы выполняют в прямоугольной или полярной системе координат. Диаграмма должна иметь наименование, поясняющее изображенную функциональную зависимость. Диаграммы могут быть координатными, столбиковыми, полосовыми, секторными и объемными. Диаграммы выполняются в масштабе, т.е. соразмерности и пропорциональности представляемых величин относительно базовой линии.

Электрические, функциональные, принципиальные схемы, схемы соединений, внешних подключений и др. выполняют без соблюдения масштаба и действительного пространственного расположения составных частей изделия. На схемах используют стандартные графические условные изображения. При использовании нестандартных обозначений некоторых элементов на схеме делаются соответствующие пояснения. На схеме допускается размещать различные технические данные, характеризующие схему в целом и отдельные ее элементы. Эти сведения помещают либо около графических обозначений, либо на свободном поле схемы, как правило, над основной надписью. При вычерчивании схемы следует добиваться наименьшего числа изломов и пересечений линий связи, сохраняя между параллельными линиями расстояние не менее 3 мм. Расположение условно-графических обозначений на схеме определяется удобством чтения схемы. Для обеспечения наилучшего представления о структуре изделия (устройство, система) и взаимосвязи его составных частей должны соблюдаться следующие условия: элементы, совместно выполняющие определенные функции, должны быть сгруппированы и расположены соответственно развитию процесса слева направо; расположение элементов внутри функциональных групп должно обеспечивать наиболее простую конфигурацию цепей. Элементы схемы перечисляются в таблице, расположенной на чертеже или на отдельном листе формата А4.

Конструкция изделия изображается на чертеже общего вида с указанием взаимодействия его основных составных частей и пояснением принципа работы этого изделия. Составные части изделия допускается изображать упрощенно. Чертеж общего вида выполняется с максимальными упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73* и другими стандартами ЕСКД. Он содержит изображение, текстовую часть и надписи, габаритные и присоединительные размеры, позиции входящих в устройство элементов и узлов, таблицу составных частей устройства. Количество изображений должно быть оптимальным и давать полное представление о составе, форме и взаимном расположении всех деталей и узлов изделия.

На чертеже детали отображается полная информация о ее геометрической форме, размерах, способе изготовления и материале. На сборочном чертеже дается изображение изделия в целом, указываются места установки входящих в него деталей и сборочных единиц, вид соединений, габаритные и присоединительные размеры. В спецификации сборочного чертежа перечисляются все входящие в изделие элементы (сборочные единицы, оригинальные детали, стандартные и нестандартные изделия, материалы и прочее) с указанием их количества и присвоением номеров позиций. Номера позиций на сборочном чертеже должны соответствовать номерам соответствующих позиций в спецификации. По сборочному чертежу осуществляется сборка изделия.

Для выполнения ВКР необходимы следующие исходные данные:

1. Генеральный план объекта, на котором обозначены места расположения подразделений (цехов), пути внутризаводского транспорта, зеленые насаждения, трубопроводы и другие объекты и сооружения.

2. Характеристика технологического процесса производства и отдельных подразделений (цехов). Оценка влияния внезапных перерывов электроснабжения на технологический процесс.

3. Электрические нагрузки по подразделениям объекта в виде общей установленной мощности. Для подразделения (цеха), электроснабжение которого надо разработать подробно, – паспортные данные отдельных приемников электроэнергии (номинальная мощность, коэффициент мощности, КПД, номинальное напряжение; для приемников с повторно-кратковременным режимом работы дополнительно – продолжительность включения).

4. Графики активных и реактивных нагрузок объекта в целом и отдельных его подразделений за характерные летние и зимние сутки.

5. Характеристика потребителей электроэнергии с точки зрения их влияния на качество электроэнергии.

6. План расположения электрооборудования в подразделении, подробно рассматриваемого в проекте; сведения о характере окружающей среды (степень возгораемости строительных материалов и конструкций, влажность среды помещения, наличие химически активных веществ и т. д.).

При подробном рассмотрении электрического освещения отдельного помещения или участка требуются дополнительные сведения: разрез освещаемого помещения с указанием размеров световых проемов и характера отражающей поверхности стен, потолка, рабочей поверхности или пола (например, побеленный потолок, бетонные стены с окнами и т.п.).

7. Сведения об источниках электроснабжения:

схема существующего питания с указанием мощности источников питания (генераторов или силовых трансформаторов). При отсутствии таких данных необходимы сведения о возможных источниках питания и их мощности;

- реактивное сопротивление источников питания или мощность КЗ на шинах источников питания, если эти данные отсутствуют, необходимо знать отключающую мощность выключателя источника питания;

- расстояние от источников питания до промышленного предприятия;

- напряжение на сборных шинах источников питания;

- мощности, которые могут быть получены от источников питания (электростанций, энергосистемы) при проектировании электроснабжения предприятия.

8. Значения реактивных мощностей, которые могут быть переданы из энергосистемы в сеть электроснабжения объекта в режиме ее наибольшей и наименьшей активной нагрузки.

9. При выполнении проектов по реконструкции систем электроснабжения дополнительно к указанным выше материалам необходимо иметь существующую схему электроснабжения, типы установленного силового оборудования, марки и сечения проводов, жил кабелей, токопроводов.

10. Другие данные, необходимые для разработки специальных вопросов (определяются руководителем работы).

Примеры подробных исходных данных для выполнения конкретной ВКР приведены в приложении 1.

6 ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

Защита выпускной квалификационной работы бакалавра проводится на открытом заседании ГЭК по утвержденному графику. Расписание защит бакалаврских работ доводится до сведения студентов за три недели до даты заседания ГЭК.

Полностью оформленную пояснительную записку ВКР и графическую часть автор сдает руководителю за 7- 9 дней до защиты. В отзыве руководителя на работу должна обязательно быть указана оценка работы по пятибалльной шкале. В случае неудовлетворительного состояния подготовки соискателя к защите руководитель письменно сообщает об этом заведующему кафедрой как минимум за 2 дня до заседания ГЭК.

Пояснительная записка и графическая часть должны быть представлены на подпись заведующему кафедрой для допуска к защите не позднее, чем за 2 дня до заседания ГЭК.

Утвержденная приказом ректора университета государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) включает в себя председателя и членов - заведующих кафедрами, профессоров, доцентов, преподавателей, представителей предприятий - работодателей. Председателем утверждается лицо, не работающее в университете, как правило, из числа докторов наук, профессоров соответствующего профиля, а при их отсутствии - кандидатов наук или представителей организаций, работодателей.

Для защиты ВКР в ГЭК представляются следующие документы:

- учебная карточка студента;
- пояснительная записка и графическая часть с подписями студента, руководителя и заведующего кафедрой;
- иллюстративный материал;
- отзыв руководителя.

В ГЭК могут также предоставляться дополнительные материалы, характеризующие научно - технические достижения студента в виде статей, докладов, патентов, макетов, результатов внедрения и т.п.

Рекомендуемая продолжительность защиты одной ВКР 7 минут.

Решение по докладу и результатам защиты работы члены ГЭК выносят на закрытом заседании с указанием оценки по пятибалльной шкале и принятием рекомендации, если это целесообразно, в магистратуру. В случае равного разделения мнений об оценках защиты среди членов ГЭК окончательное решение принимается председателем комиссии.

Оценки по результатам защиты выпускной квалификационной работы: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно». По результатам положительной защиты студенту присваивается квалификационная

академическая степень «Бакалавр техники и технологии» по определенному направлению подготовки и выдается государственный диплом установленного образца.

После окончания закрытого заседания председатель ГЭК сообщает студентам решение комиссии, включая оценки за работу, и зачитывает рекомендации в магистратуру (если таковые имеются).

Если выполненную работу ГЭК оценивает «неудовлетворительно», студенту не присваивается степень бакалавра. Студент может быть отчислен по результатам неаттестации, как прослушавший теоретический курс и незащитивший выпускную квалификационную работу бакалавра. Повторная защита выпускной работы может быть назначена не ранее, чем через год.

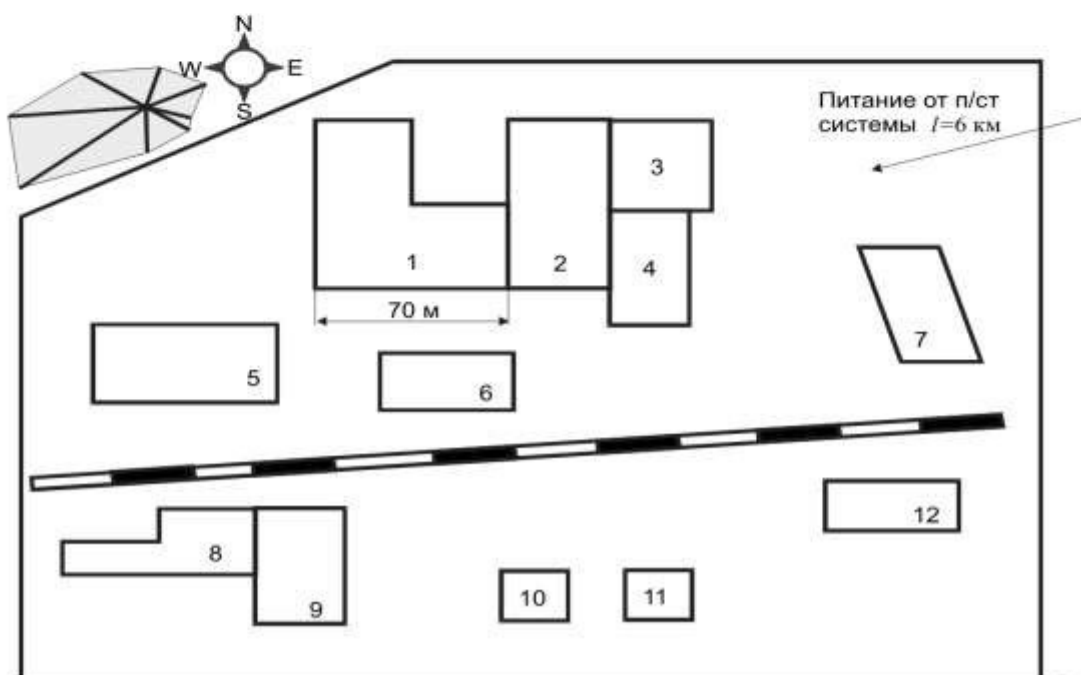
**Задания на проектирование системы электроснабжения
промышленных предприятий**

Генплан сахарного завода

Задание № 0

Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Сокоочистительный	3	1500	-	1600	-	1100	-	2000	-	-	1400
2	Свеклоперерабатывающий	3	700	600	900	700	500	800	970	700	850	750
3	Моечное отд.	3	600	800	950	880	700	900	800	720	750	600
4	Продуктовый	3	850	700	660	600	900	1000	800	770	930	680
5	ТЭЦ	3	500	550	400	700	600	650	450	750	920	900
6	Заводоуправление	1	50	60	73	80	55	65	70	45	40	90
7	Склад готовой продукции	3	100	150	120	200	90	130	110	140	95	140
8	Склад сырья	3	370	300	280	200	350	300	400	410	250	220
9	Автопарк	2	100	110	90	95	120	80	150	170	130	140
10	Насосная 1: 10 кВ (АД) 0,38 кВ	3	2000 100	1900 120	2000 160	500 60	700 140	1000 100	2200 80	1800 120	1600 80	1800 40
11	Насосная 2	3	200	220	250	300	180	190	210	280	240	230
12	Ремонтно-механический цех	2	-	100	-	150	-	130	-	140	180	-



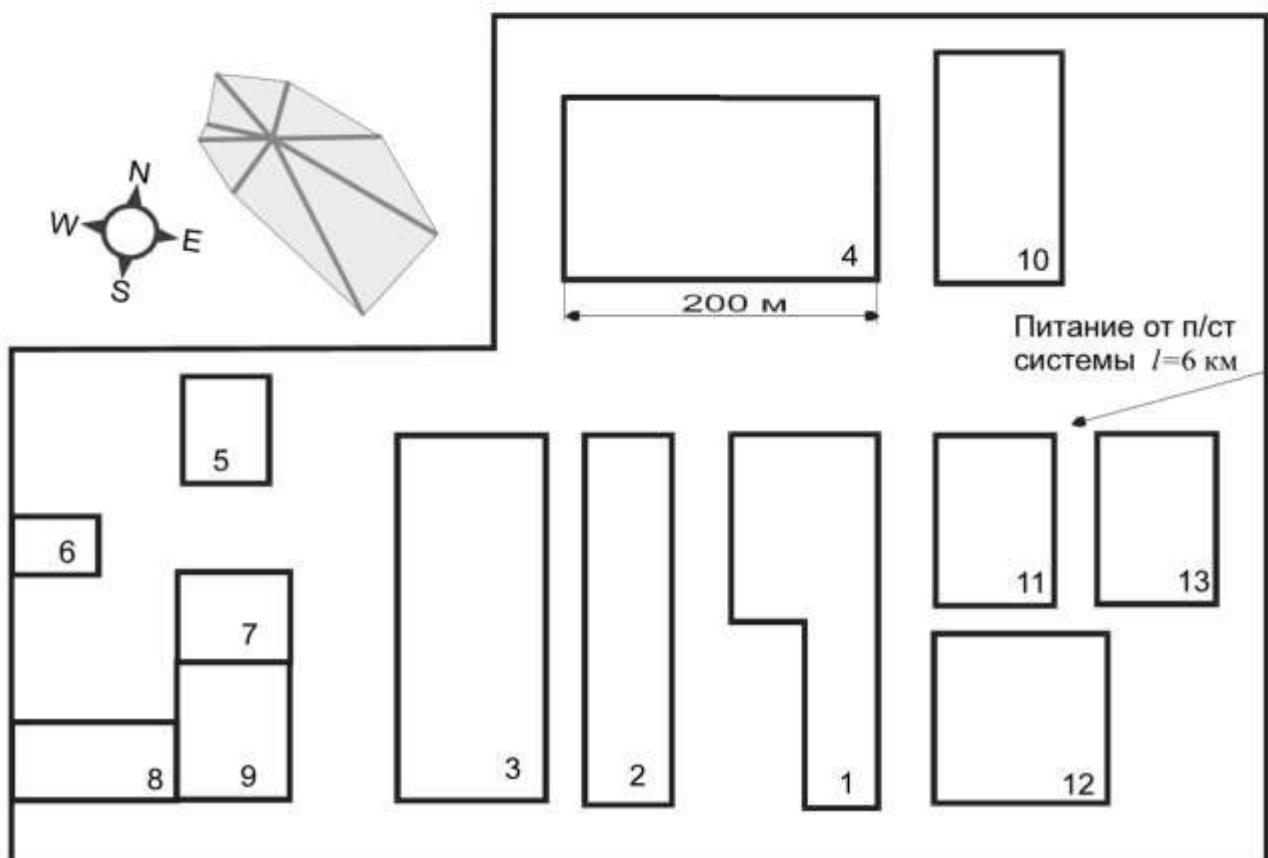
5

Генплан текстильного комбината

Задание № 1

Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Прядильный	2	600	500	700	900	400	550	730	650	490	520
2	Ткацкий	2	500	400	700	520	450	610	570	520	480	600
3	Красильный	2	800	700	600	590	750	630	680	820	850	750
4	Швейная фабрика	2	630	700	1200	1000	1100	800	750	600	1200	700
5	Литейный	2	600	500	400	-	450	570	650	-	620	520
6	Котельная	3	200	220	180	190	210	200	300	350	150	170
7	Механический	2	-	720	680	660	-	570	480	650	-	700
8	Инструментальный	2	1000	-	850	930	710	-	690	580	830	-
9	Столярный	2	400	300	-	200	500	550	-	430	380	280
10	Заводоуправление	1	100	95	80	150	110	87	93	120	117	85
11	Гараж	2	100	58	85	83	75	120	110	93	80	78
12	Склад готовых изделий	2	50	20	60	70	55	47	45	30	43	62
13	Насосная 10 кВ (АД) 0,38 кВ	3	1000 40	1600 80	1600 120	800 40	1200 60	1600 120	2500 120	3200 140	3200 120	2500 80

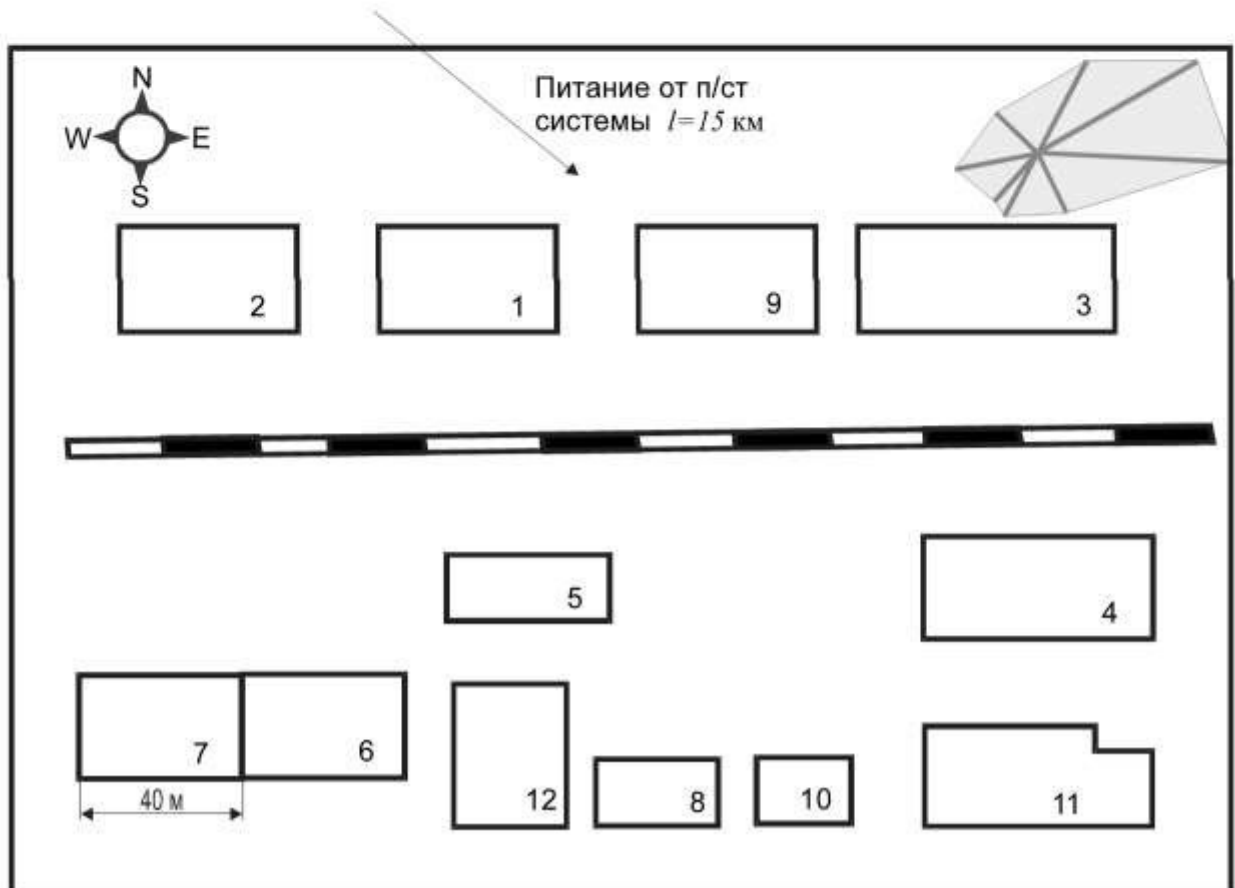


Генплан завода по производству запасных деталей к тракторам

Задание № 2

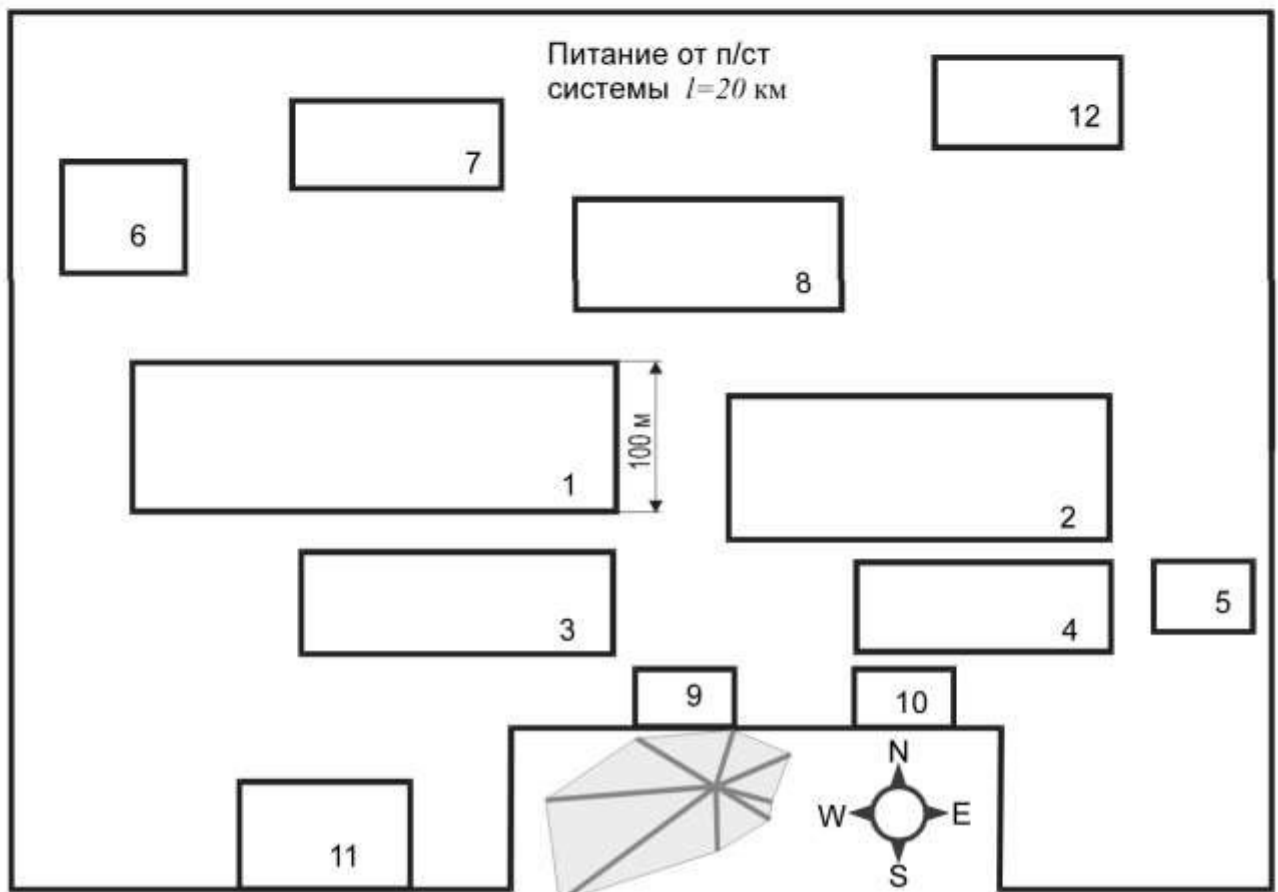
Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Механический	2	900	-	490	740	560	-	590	880	700	490
2	Термический	2	200	800	600	500	820	360	190	280	560	700
3	Заготовочный	2	250	400	350	280	300	200	210	330	220	280
4	Инструментальный	2	490	700	-	900	500	580	-	700	900	-
5	Кузнечный	2	480	620	800	-	780	920	900	-	800	950
6	Котельная	3	600	700	650	500	900	800	650	620	580	550
7	Электроцех	2	360	400	250	280	200	390	300	200	270	370
8	Экспериментальный	2	370	270	200	300	390	200	280	250	400	360
9	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	800 60	900 80	1000 120	1300 80	1100 85	700 45	950 40	1500 125	2000 160	1300 80
10	Насосная	3	600	900	290	800	380	700	590	290	660	900
11	Лаборатория	2	150	200	230	250	180	160	170	210	280	320
12	Ремонтно-механический	2	-	400	840	-	820	-	790	970	590	580



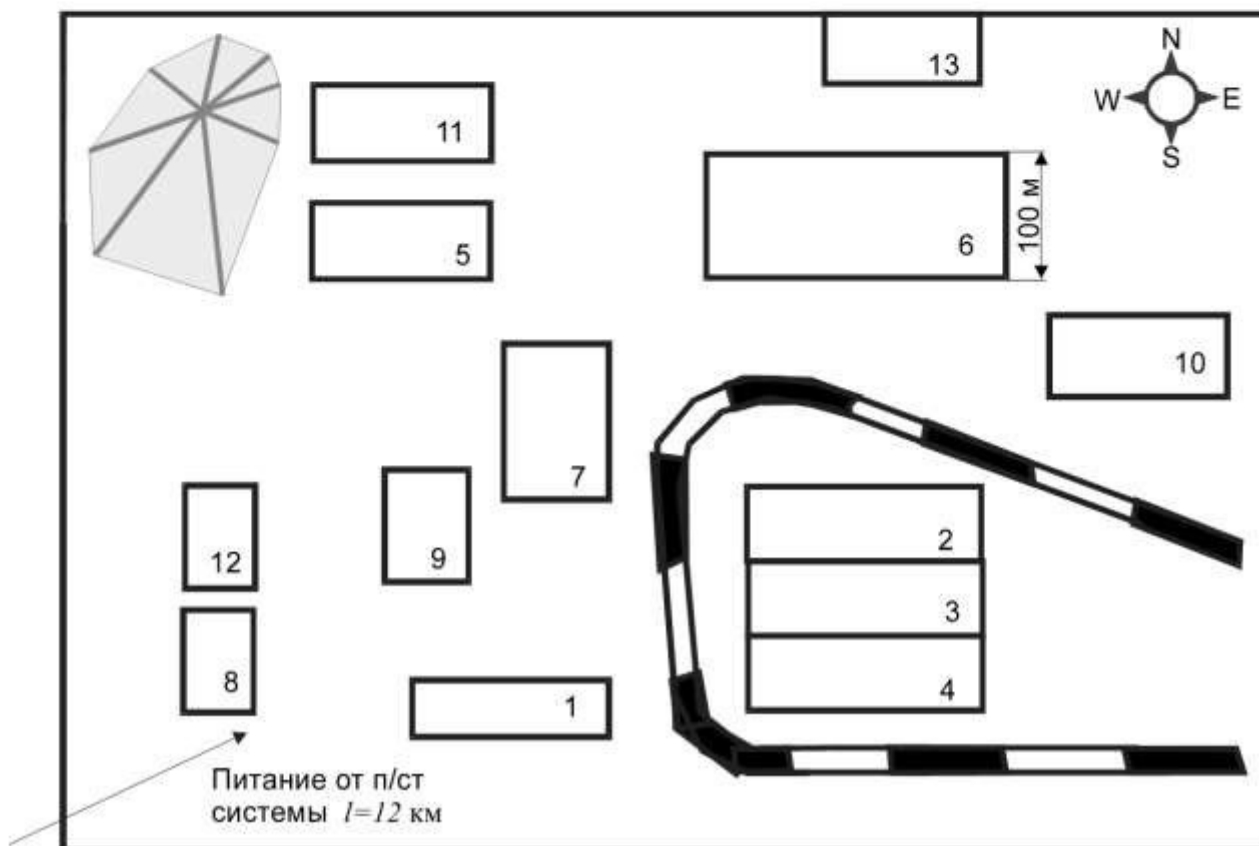
Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Гл. конвейер	3	900	890	800	390	700	650	690	700	950	850
2	Моторный	2	400	500	700	590	390	420	720	690	990	350
3	Кузовный	2	700	900	600	390	490	250	280	680	590	800
4	Инструментальный	2	700	600	-	500	400	800	300	200	450	-
5	Ремонтно-механический	2	400	300	250	-	500	450	370	430	-	350
6	Деревообрабатывающий	2	280	290	360	450	-	470	510	-	690	380
7	Литейный	3	800	-	790	580	620	-	480	900	700	820
8	Кузнечный	2	-	700	800	1300	1250	1100	-	870	900	830
9	Заводоуправление	1	120	110	120	140	130	125	137	145	135	115
10	Лаборатория	1	100	97	112	125	85	118	90	80	80	85
11	Столовая	2	500	530	470	450	510	400	480	510	520	500
12	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	880 65	800 45	750 50	830 60	700 60	740 40	600 45	650 40	710 55	820 65



Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Литейный	3	1000	700	590	750	690	900	850	930	660	880
2	Механический	2	-	900	800	900	-	580	850	-	700	880
3	Инструментальный	2	350	400	700	-	800	500	900	700	-	600
4	Штамповочный	2	520	400	670	900	500	700	1000	800	600	950
5	Деревообрабатывающий	2	280	-	170	150	300	-	200	250	210	-
6	Сборочный	2	200	250	400	300	200	360	500	400	500	300
7	Кузнечный	2	760	900	-	1200	800	1100	-	950	1000	830
8	Экспериментальный	2	380	280	400	420	250	300	350	410	300	200
9	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	1500 160	1100 120	1000 80	1200 75	1000 55	1300 65	800 45	700 40	900 60	1000 80
10	Насосная	3	800	900	480	700	920	950	560	600	800	850
11	Лаборатория	2	150	200	220	170	160	210	150	90	130	120
12	Ремонтно-механический	2	180	250	200	230	190	160	300	240	200	160
13	Заводоуправление	1	100	60	54	65	33	70	40	55	30	35

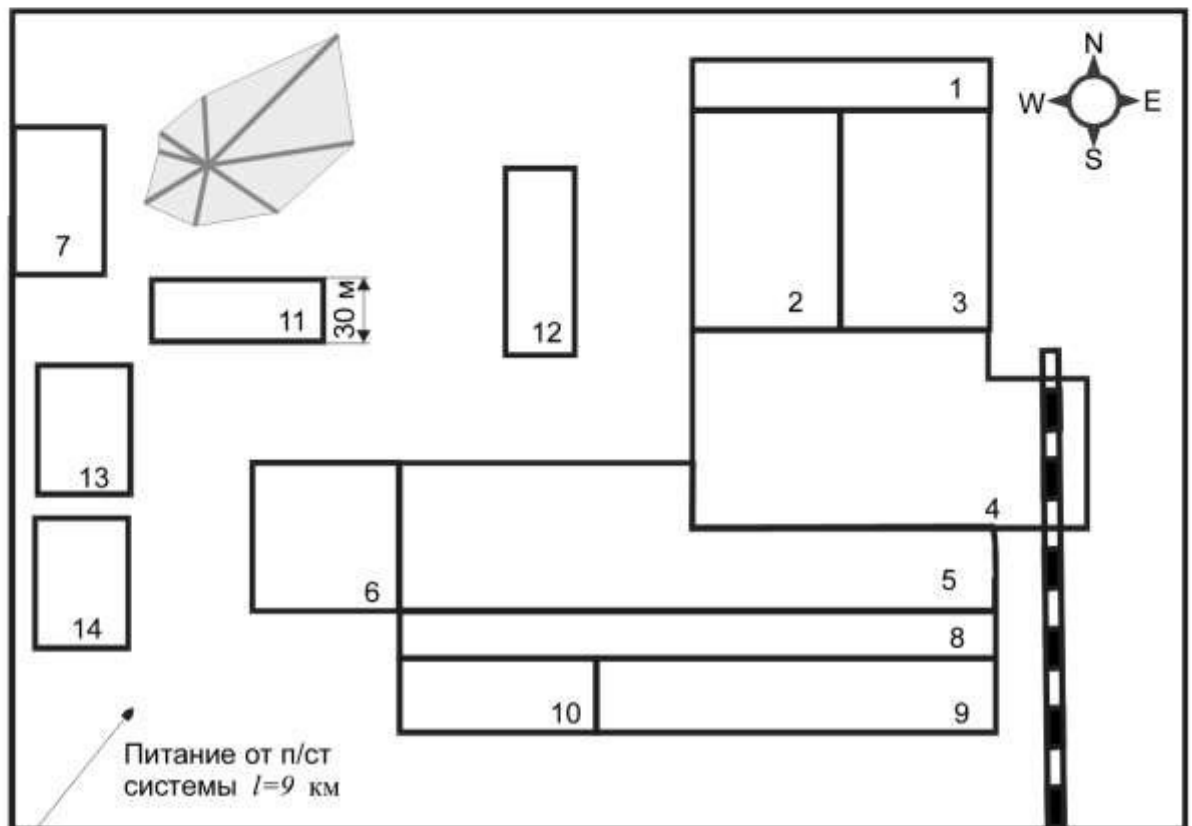


Генплан инструментального завода

Задание № 5

Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Термическое отд.1	2	780	900	800	860	500	560	880	790	700	460
2	Заготовительный	2	800	700	400	1000	500	900	450	830	1100	600
3	Сверлильный	2	600	800	660	480	900	700	560	770	800	590
4	Цех плашек	2	800	900	500	400	1000	700	600	750	680	390
5	Цех метчиков	2	880	290	400	390	400	500	360	950	800	700
6	Деревообрабатывающий	2	-	140	250	-	200	170	-	160	220	-
7	Ремонтно-механический	2	280	-	190	250	-	600	520	-	400	220
8	Термическое отделение 2	2	800	700	490	600	570	390	580	990	780	890
9	Испытательная станция	1	160	120	180	140	100	90	150	130	80	110
10	Кузнечный	2	580	700	-	800	900	-	1100	600	-	800
11	Склад	2	200	180	120	150	140	130	190	170	130	120
12	Заводоуправление	1	250	300	320	240	280	260	270	190	340	380
13	Насосная	3	400	300	450	270	280	420	330	370	410	250
14	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	1200 85	2500 125	1000 85	1600 105	900 85	1100 120	1300 140	2000 140	2800 160	1400 60

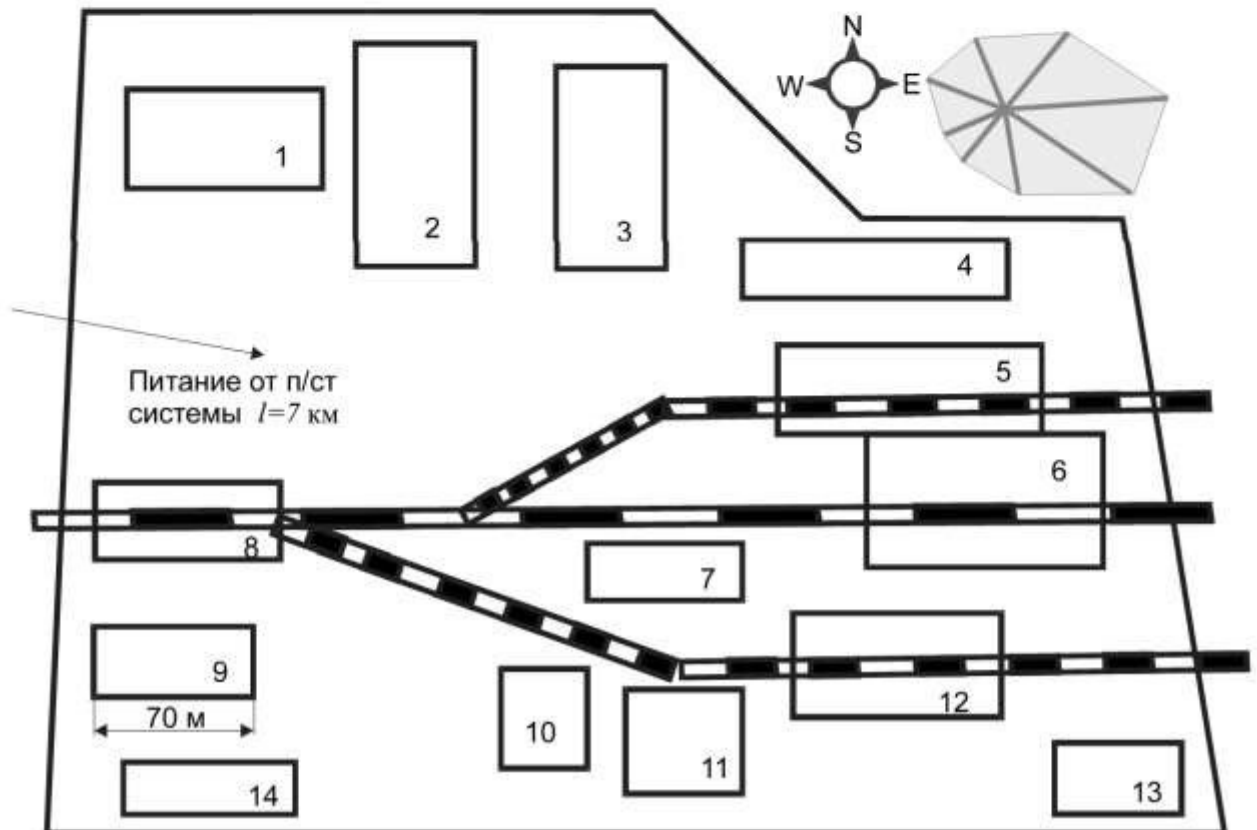


Генплан вагоноремонтного завода

Задание № 6

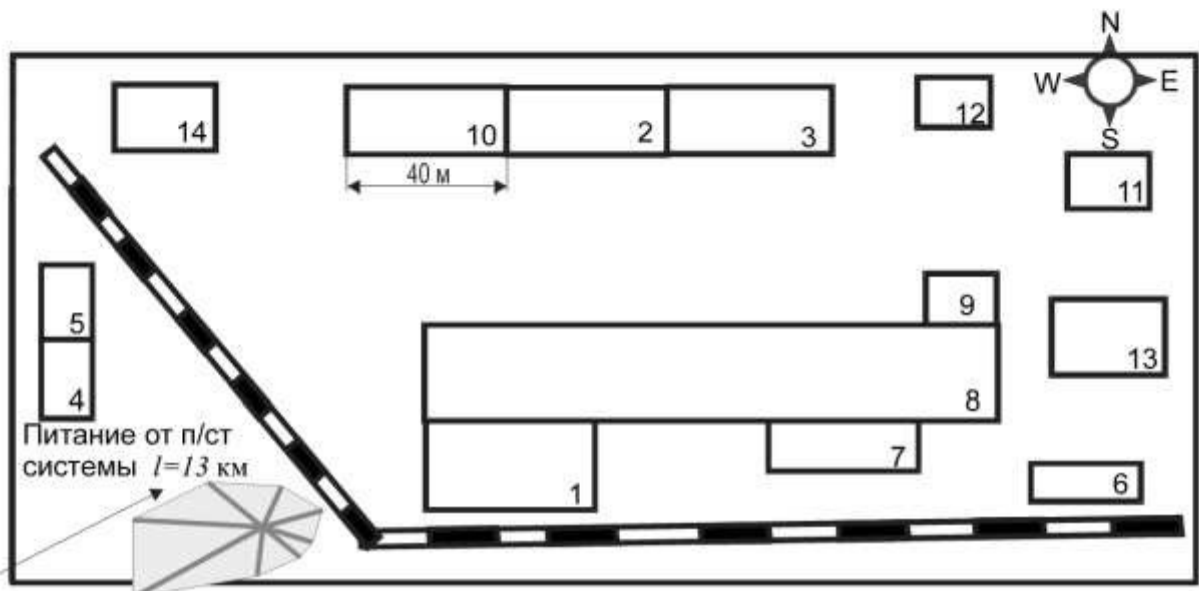
Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Пилорама	1	40	40	40	60	40	80	40	80	80	60
2	Литейный	2	-	1000	1500	1200	1100	740	700	800	-	1400
3	Кузнечный	2	600	-	400	700	250	1100	300	500	1000	-
4	Склад	1	20	30	10	40	20	50	40	30	20	15
5	Подъемный	2	100	150	200	100	110	150	170	110	170	300
6	Колесный	2	1200	2700	2100	1500	1100	1300	2000	2100	2300	1100
7	Инструментальный	2	470	630	-	520	430	500	800	-	900	740
8	Покрасочный	2	40	20	25	40	30	15	20	25	35	40
9	Деревообрабатывающий	2	330	410	520	-	670	450	-	370	200	240
10	Котельная	3	60	30	40	50	70	30	40	60	45	50
11	Компрессорный 6 кВ (СД) 0,38 кВ	2	300	270	400	450	410	280	320	330	600	700
			25	30	60	35	55	25	30	40	40	50
12	Сварочный ПВ=25%	2	150	120	170	240	170	150	230	250	400	270
13	Механический	2	620	770	810	640	-	-	500	400	360	710
14	Заготовительный	1	100	110	120	175	170	180	150	110	200	160



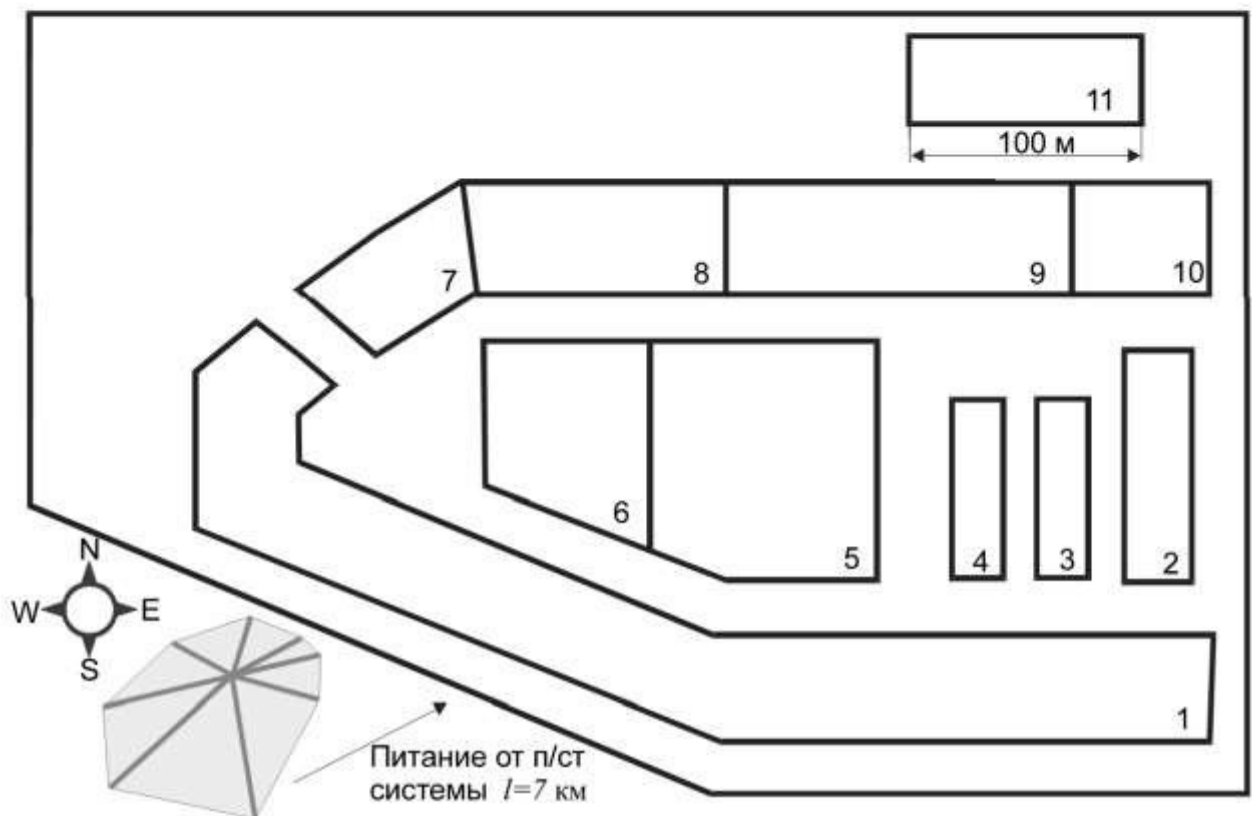
Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт										
			Номер варианта задания										
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
1	Отд. сырьевых мельниц:												
	0,38 кВ	3	1180	1400	1600	2100	1500	2500	2700	1000	2400	2000	
	10,5 кВ	3	6400	7000	5050	9000	7100	6500	5400	8100	8400	6200	
2	Печное отделение:												
	0,38 кВ	3	1300	1200	1700	1600	2500	1500	1650	1200	1100	900	
	10,5 кВ	3	1200	1600	2200	2400	3100	3050	1500	1200	1400	840	
3	Угольное отделен.												
	0,38 кВ	3	200	300	150	250	440	400	520	210	340	230	
	10,5 кВ	3	1500	2100	2500	1100	1400	2000	1200	1400	920	2100	
4	Отделение первичного дробления	3	320	250	480	150	120	140	180	210	150	450	
5	Отделение вторичного дробления	3	1600	2200	1400	1100	3100	1250	800	750	1400	1100	
6	Компрессор. 10 кВ	3	4200	6600	6200	4000	2100	1400	5000	5200	4000	5100	
7	Цех цемен. мельниц	3	3600	3000	2200	3200	2500	1400	1000	1700	820	750	
8	Объединенн. склад	3	860	400	520	640	350	210	340	500	420	180	
9	Механический	3	200	-	400	-	700	-	500	-	310	-	
10	Отделение электрофилтрации	3	2400	1200	1400	1700	1500	2100	3200	1100	2200	2000	
11	Канализационно-насосная станция	3	20	40	70	80	45	34	25	47	96	100	
12	Насосная	3	1200	1400	900	1200	1900	1200	1500	1700	1700	840	
13	Ремонтно-механич.	3	-	210	-	400	-	340	-	460	-	500	
14	Прием угля	3	300	120	140	350	520	400	720	180	440	280	



Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Главный корпус	3	900	980	800	700	990	380	500	480	800	900
2	Заводоуправление	1	60	75	50	90	105	75	100	75	105	110
3	Механический	2	500	600	-	720	-	750	520	900	950	-
4	Инструментальный	2	1200	-	700	1000	600	-	1100	1200	1000	400
5	Обмоточный	2	490	420	340	700	650	520	330	300	750	850
6	Лаборатория	2	70	100	110	60	80	150	120	90	105	140
7	Кузнечный	2	700	900	600	400	500	1000	-	800	-	500
8	Штамповочный	2	1000	1100	1500	1000	1200	1300	800	1400	1000	1200
9	Сборочный	2	500	700	490	900	800	960	790	500	780	990
10	Литейный	2	-	800	600	-	900	500	700	-	400	900
11	Компрессорная 10 кВ (СД) 0,38 кВ	3	400	500	300	600	570	430	650	480	700	500
			25	40	25	50	40	35	50	40	50	60

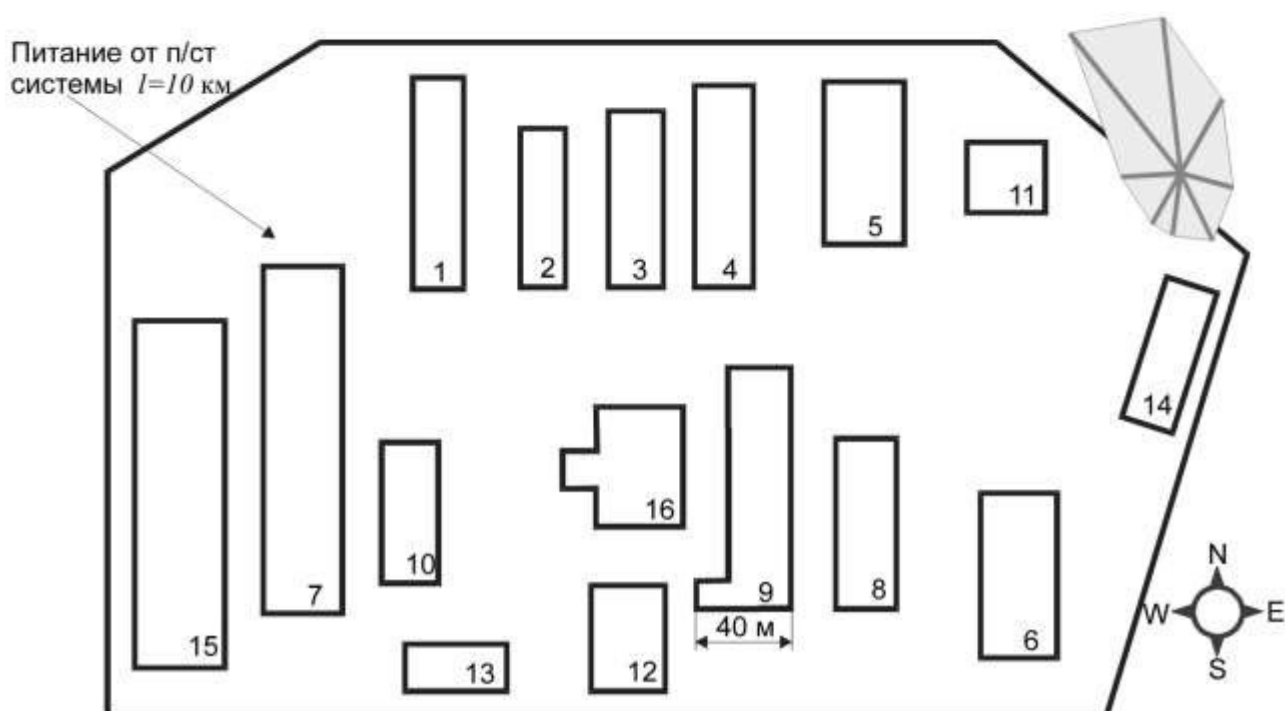


Генплан химического комбината

Задание № 9

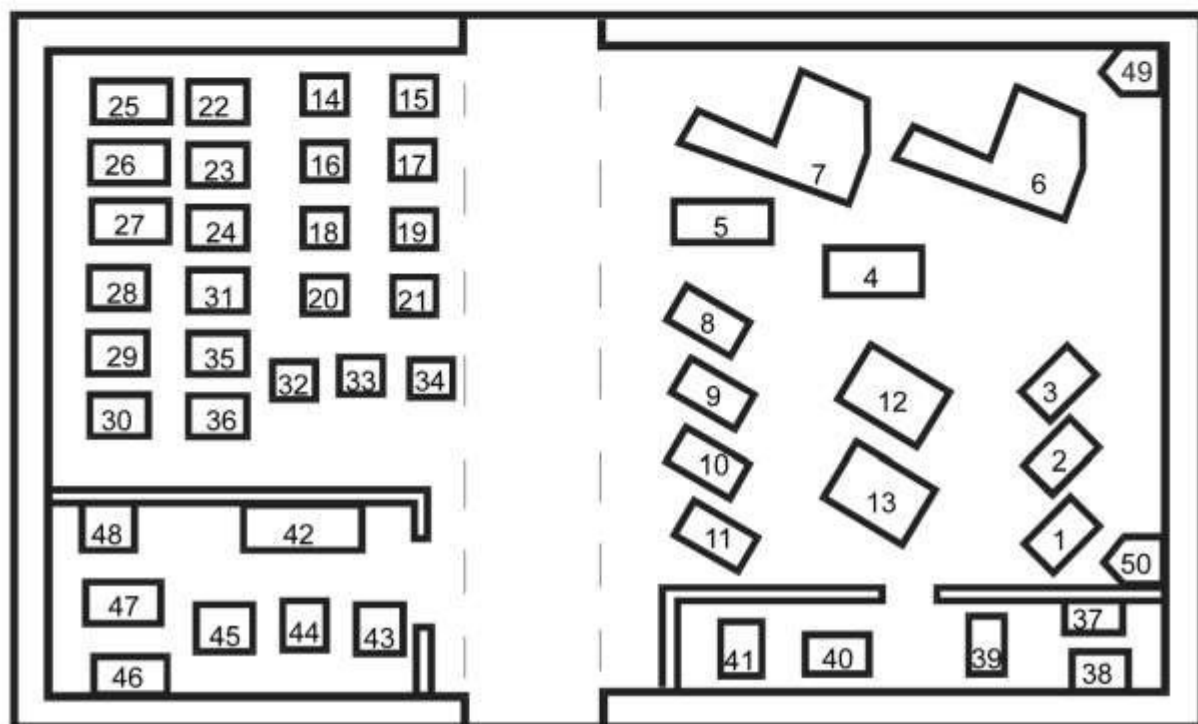
Сведения об электрических нагрузках

№	Наименование цеха	Число смен	Установленная мощность, кВт									
			Номер варианта задания									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Сернокислотное отделение	3	910	850	780	900	680	840	800	960	750	700
2	Печное отд. № 1	3	660	600	700	720	580	500	480	800	820	680
3	Кислотное отд.	3	500	800	600	660	580	630	700	900	780	580
4	Склад аппатита	3	260	280	320	400	200	620	470	300	440	420
5	Операционное отд.	3	200	1000	400	440	800	700	300	320	850	600
6	Склад готовой продукции	3	500	600	380	280	620	400	450	570	420	350
7	Цех фторсолей	3	900	800	600	1000	700	680	850	980	750	1100
8	Кузнечный	2	-	700	660	-	400	500	-	800	600	-
9	Печное отд. № 2	3	600	-	500	400	-	660	300	-	200	350
10	Цех тукосмесей	3	500	280	440	750	300	240	580	440	600	200
11	Ремонтно-механический	2	300	580	-	600	220	-	500	420	-	510
12	Цех суперфосфата	3	800	900	500	700	600	860	700	860	260	550
13	Компрессорная											
	10 кВ	3	2500	2800	1700	1400	2100	2000	1800	1900	1740	1600
	0,38 кВ	3	250	300	220	200	190	180	260	310	170	160
14	Заводоуправление	1	500	450	480	440	290	550	470	400	600	370
15	Цех СМС	3	800	700	760	850	690	800	900	960	900	500
16	Котельная	3	500	290	900	730	440	600	400	390	380	700



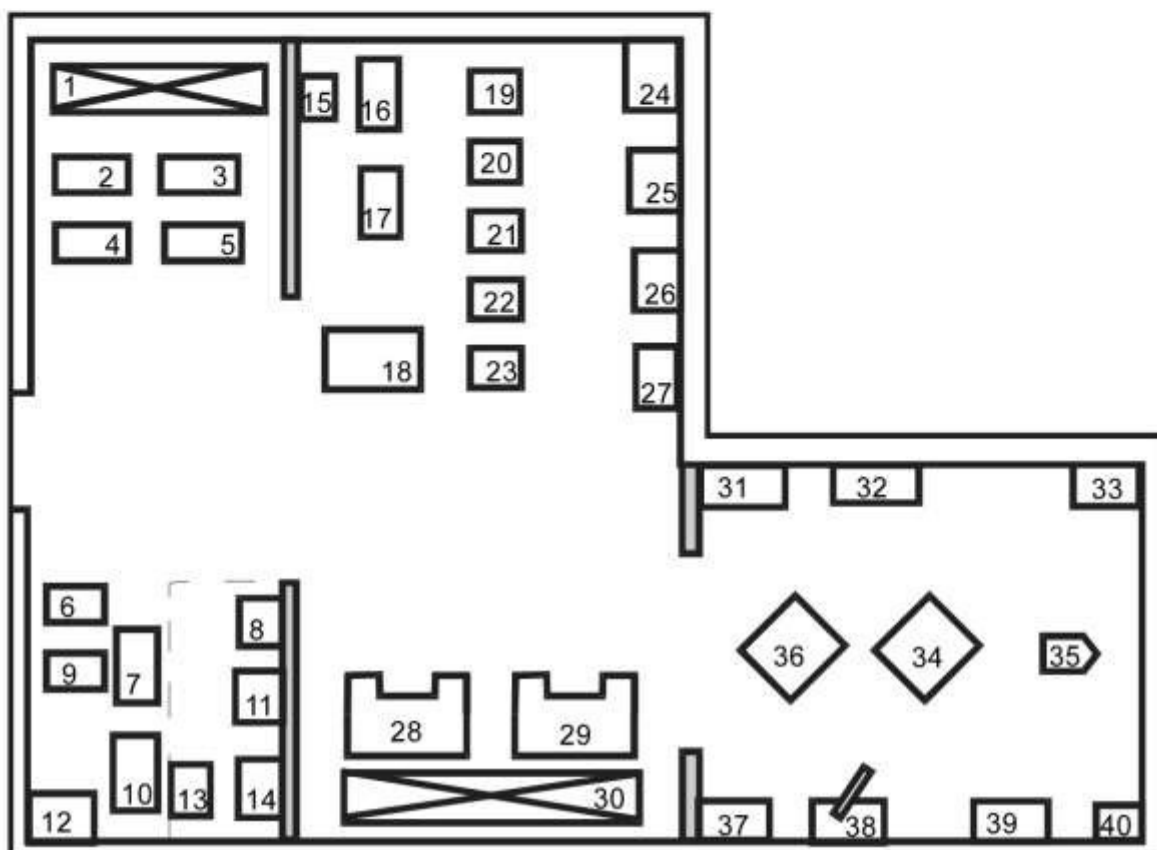
План механического цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-3	Вертикально-фрезерный станок	3	4	7	5	8	10	4	6	3	9
4-5	Фрезерный станок с ЧПУ	12	14	10	16	20	17	15	18	12	22
6,7	Универсально-фрезерный станок	9	10	12	8	11	12	7	8	16	14
8-11	Токарно-револьверный станок	2	4	5	3	6	4	7	5	2	9
12,13	Токарно-винторезный станок	10	14	15	18	12	17	20	18	13	11
14-21	Настольно-сверлильный станок	2	3	1,5	4	6	2,2	6	3	5	4
22-24	Резьбонарезной полуавтомат	0,5	1	2	3	2,2	3	4	1	1,2	3
25,26	Заточной станок	4	2	3	7	5	9	10	6	1	7
27	Листозагибочная машина	15	18	12	20	22	19	21	17	16	14
28-31	Точильно-шлифовальный станок	3	2	6	1	7	5	4	8	9	11
32-34	Вертикально-сверлильный станок	2	5	1	7	3	9	8	4	1	6
35,36	Радиально-сверлильный станок	3	8	10	11	9	6	7	12	5	4
37,38	Универсально-заточной станок	1	4	2	7	10	7	5	3	11	8
39	Плоскошлифовальный станок	10	11	14	16	19	13	15	17	18	12
40,41	Полировальный станок	8	9	7	4	5	10	6	2	11	3
42	Сварочная машина	5	8	6	10	9	7	4	11	4	9
43-48	Сварочная кабина	4	7	5	6	8	9	7	4	6	5
49,50	Вентиляторы	8	12	14	10	10	6	8	20	24	16



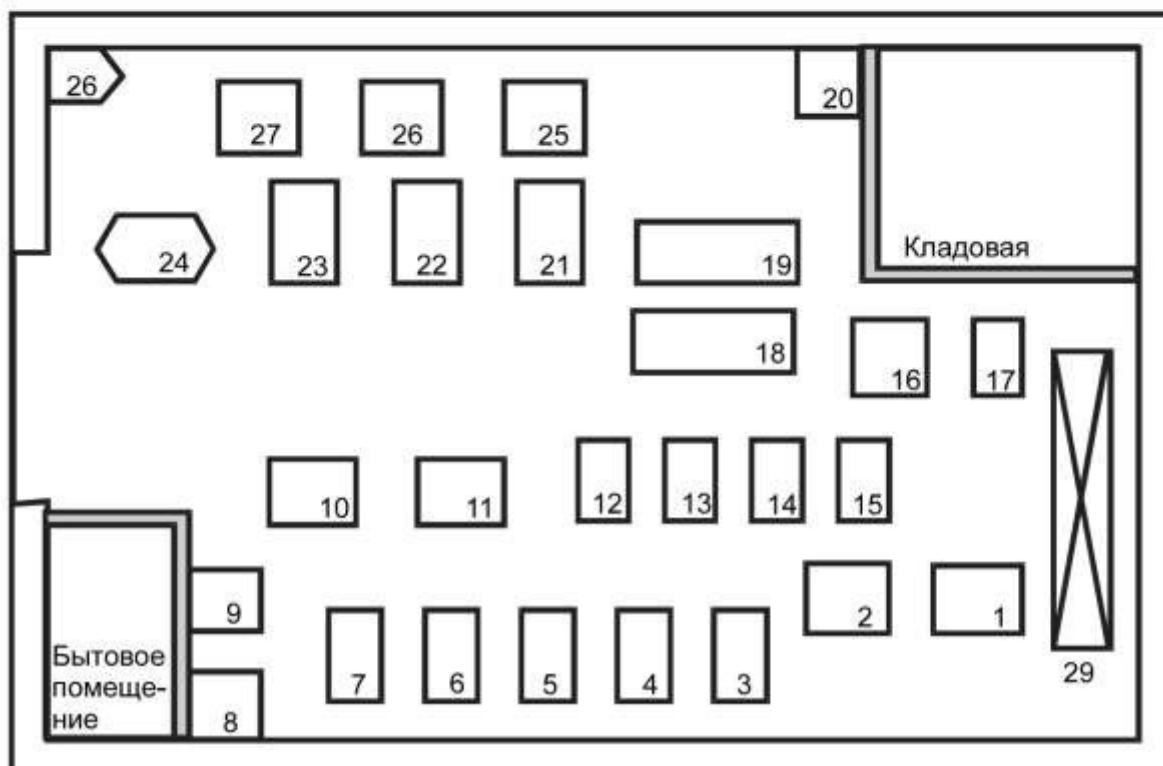
План кузнечного цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1,30	Кран-балка ПВ=40%	40	30	50	24	15	20	34	28	40	20
18	Пресс	60	50	40	40	50	60	32	50	70	40
2-5	Фрезерный станок	8	12	6	7	10	9	14	8	16	7
6-8,10	Трубогибочный станок	10	10	20	20	30	15	18	12	10	14
9,26	Шлифовальный станок	6	8	7	6	14	12	8	10	12	8
12,13,14,24	Сварочный трансформатор ПВ=25%	20	20	20	40	40	50	50	50	40	40
31	Вентилятор	12	8	10	4	2	6	4	8	10	7
15,27	Сушильный шкаф	40	24	12	12	8	16	14	20	15	8
16,17	Закалочная печь	30	30	28	20	20	40	100	60	50	40
19-23,25,34	Токарный станок	18	12	6	10	6	17	9	14	15	6
37	Сверлильный станок	4	6	5	8	11	7	4	10	15	4
28,29	Электрованна	26	28	14	40	60	40	50	70	20	30
32,36	Электролом	22	12	44	60	40	70	30	34	19	25
38	Поворотный кран	6	8	7	9	5	8	7	10	6	5
33,40	Вентилятор горна	10	14	12	12	14	19	20	10	20	15
35	Обдирочный станок	24	14	8	12	14	16	10	13	17	21
39	Нагревательная плита	14	20	8	15	15	8	6	13	8	10



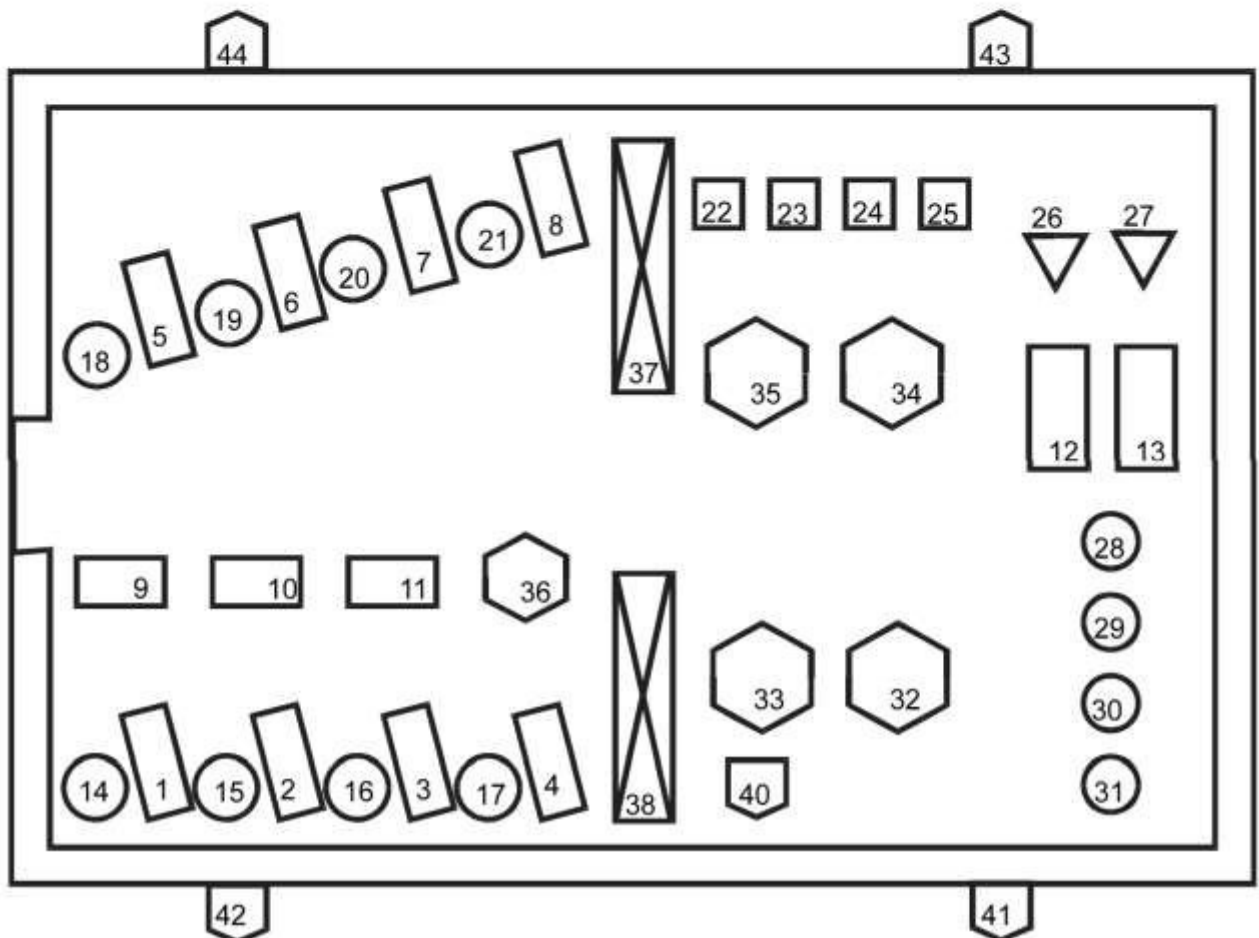
План ремонтно-механического цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1,2	Шлифовальный полуавтомат	21	23	19	18	22	17	24	20	15	14
3-7	Поперечно-строгальный станок	10	11	14	18	9	7	12	13	8	15
8,9	Универсально-заточной станок	3	7	4	6	5	8	9	3,5	5	10
10,11	Вертикально-фрезерный станок	12	9	6	7	10	11	8	5	6,2	9
12-15	Токарно-винторезный станок	4,5	3	2,8	4	6	5,2	2	5	3,8	7
16,17	Плоскошлифовальный станок	9,8	6	4,4	7	5,5	3	6,6	9	8,4	8
18,19	Гальваническая ванна	1,7	2	2,2	2	3,4	4	1,4	3	2,8	5
20	Гидравлический пресс	7	6	2	5	8	9	4	3	2,4	9
21-23	Горизонтально-фрезерный станок	3	9,4	5	7	3	6	2	4	4,3	8
24	Плоскошлифовальный станок	28	22	18	20	24	27	16	14	19	25
25-27	Радиально-сверлильный станок	7	6	3	10	9	8	11	4	12	10
28	Вентилятор	55	58	48	40	42	60	62	49	52	50
29	Кран-балка ПВ=25%	25	28	18	16	22	24	30	32	17	14



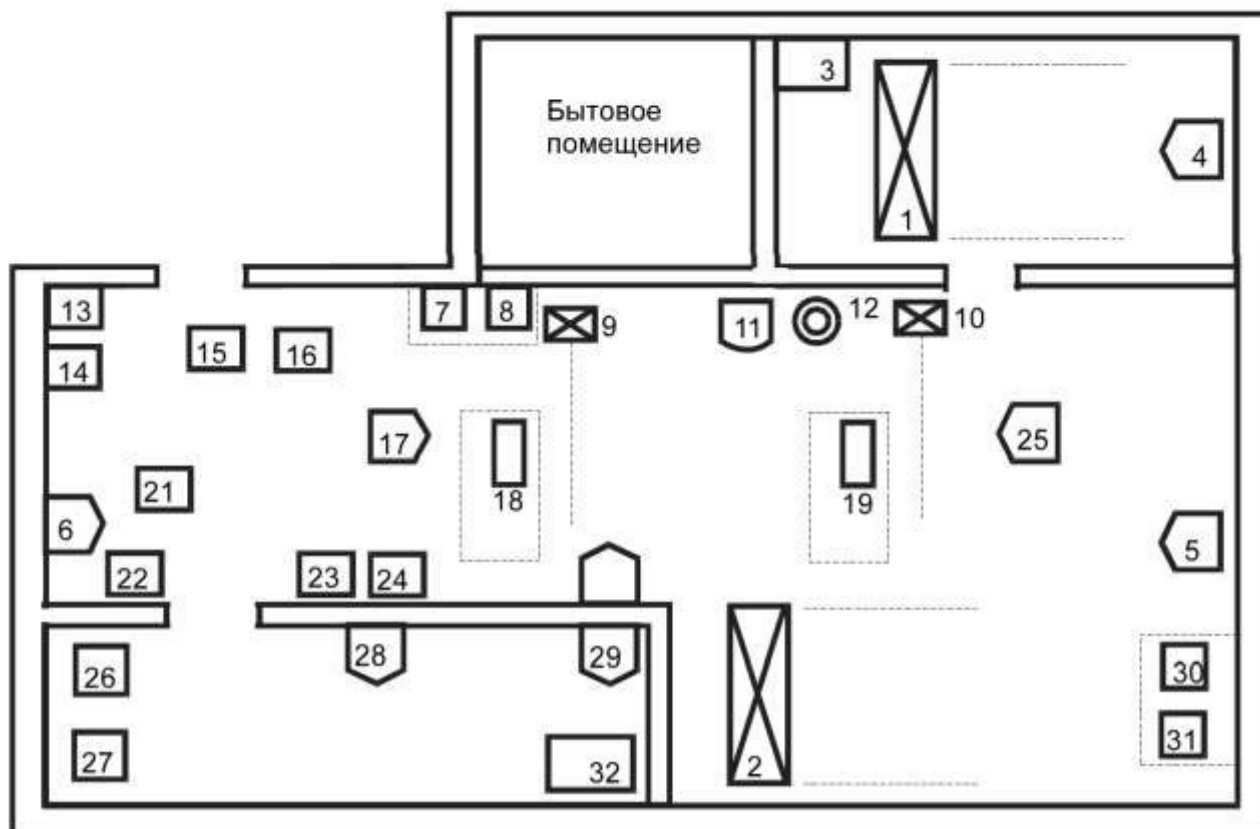
План литейного цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-4	Литьевая машина	12	16	14	15	11	10	19	17	14	13
5-8	Литьевая машина	26	30	22	27	25	20	28	26	24	29
9-11	Очистной барабан	7	9	10	6	5	11	7	8	12	14
12,13	Электротермическая печь	30	50	33	34	42	40	38	26	22	36
14-21	Плавильная электропечь	55	47	40	64	58	50	60	45	62	66
22-25	Электротермическая печь	14	10	12	18	11	16	20	22	19	15
26,27	Сушильный шкаф	2	3	5	6	9	1	7	4	8	10
28-31	Электрозакалочная печь	9	7	11	13	5	6	8	10	13	4
32,33	Электротермическая печь	75	80	100	95	60	90	85	110	70	65
34,35	Электропечь индукционная	60	55	50	84	66	48	39	62	74	78
36	Голтовочный барабан	7	6	9	5	4	8	10	11	14	12
37,38	Кран-балка ПВ=25%	10	9	8	12	6	15	7	15	8	11
40-44	Вентилятор	13	15	18	22	15	17	14	12	10	18



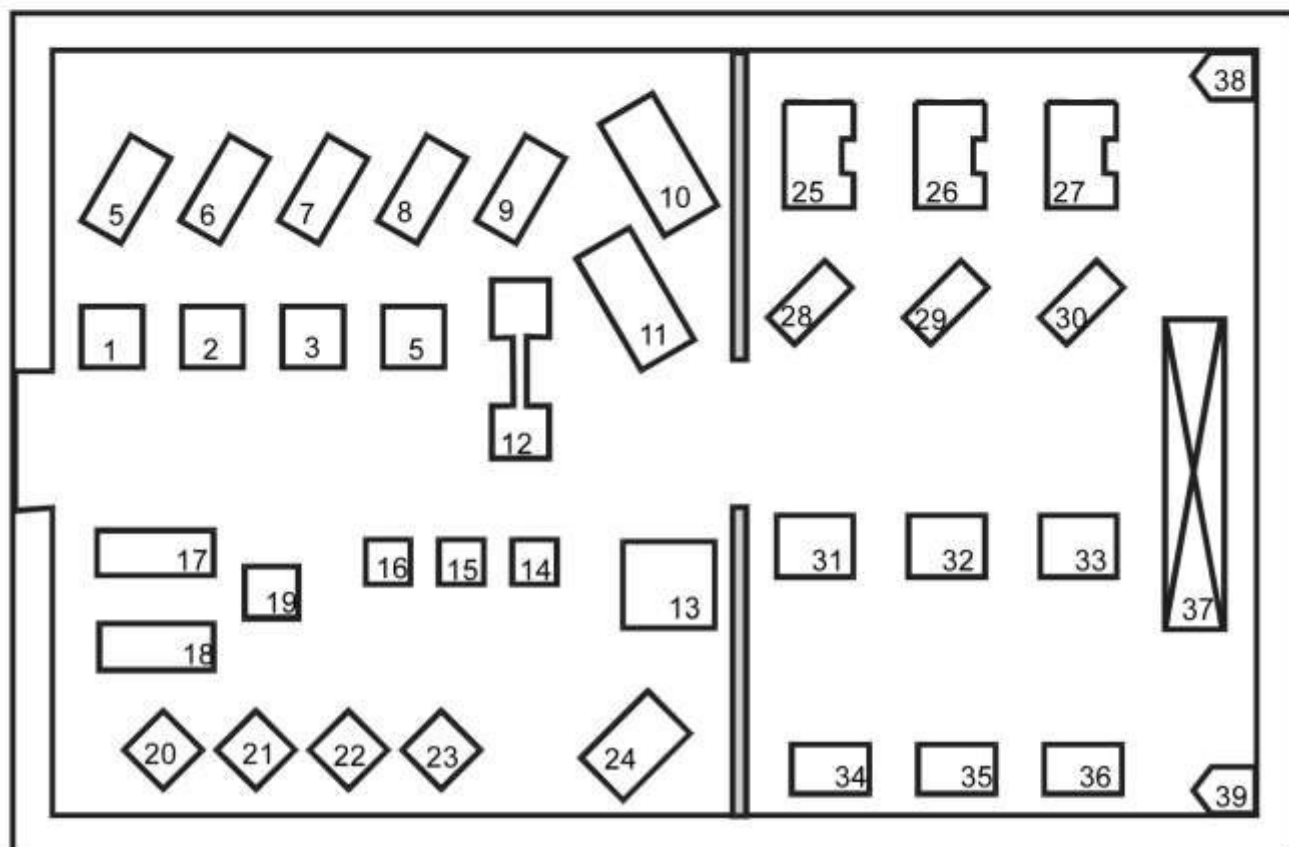
План печного отделения № 2
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1,2	Кран-балка ПВ=40%	16	11	14	15	10	12	17	13	18	19
3	Компрессор	150	160	250	220	190	175	280	300	165	160
4-6	Вентилятор	2	6	4	7	3	8	9	5	2,5	5
7,8	Насосы скрубера № 2	13	12	17	10	11	15	8	9	14	16
9,10	Тельфер печи № 1 и № 2	3	1	6	1,5	4	2	5	8	2,2	3
11	Сварочный трансформатор, кВА	25	30	33	32	28	27	31	34	22	20
12	Сварочный преобразователь	28	33	36	34	32	31	35	38	26	24
13,14	Насос высокого давления	30	31	34	33	37	28	22	25	35	32
15,16	Насос технической воды	20	19	21	18	24	16	17	25	22	15
17	Дымосос № 1	28	21	30	35	31	32	27	25	26	33
18,19	Привод печи № 1 и № 2	10	11	9	8	7	12	13	14	15	16
21,22	Насосы растворов	4	5	6	3	7	4,8	9	8	4,2	2,5
23,24	Растворы подачи воды	7	8	9	5	10	8	12	13	6	6,6
25	Дымосос № 2	40	50	44	38	51	39	30	48	55	58
26,27	Насос низкого давления	15	17	14	13	20	21	19	18	16	22
28	Вентилятор печи № 1	16	18	15	14	21	22	20	19	17	23
20	Вентилятор первичного воздуха	20	22	19	18	17	16	21	15	14	24
29	Вентилятор вторичного воздуха	7	8	6	10	9	11	7,5	9	12	9,5
30,31	Насосы скрубера № 1	10	11	18	12	19	13	14	17	15	16
32	Шнек готового продукта	5	7	3	4	9	8	6	6,2	8	6



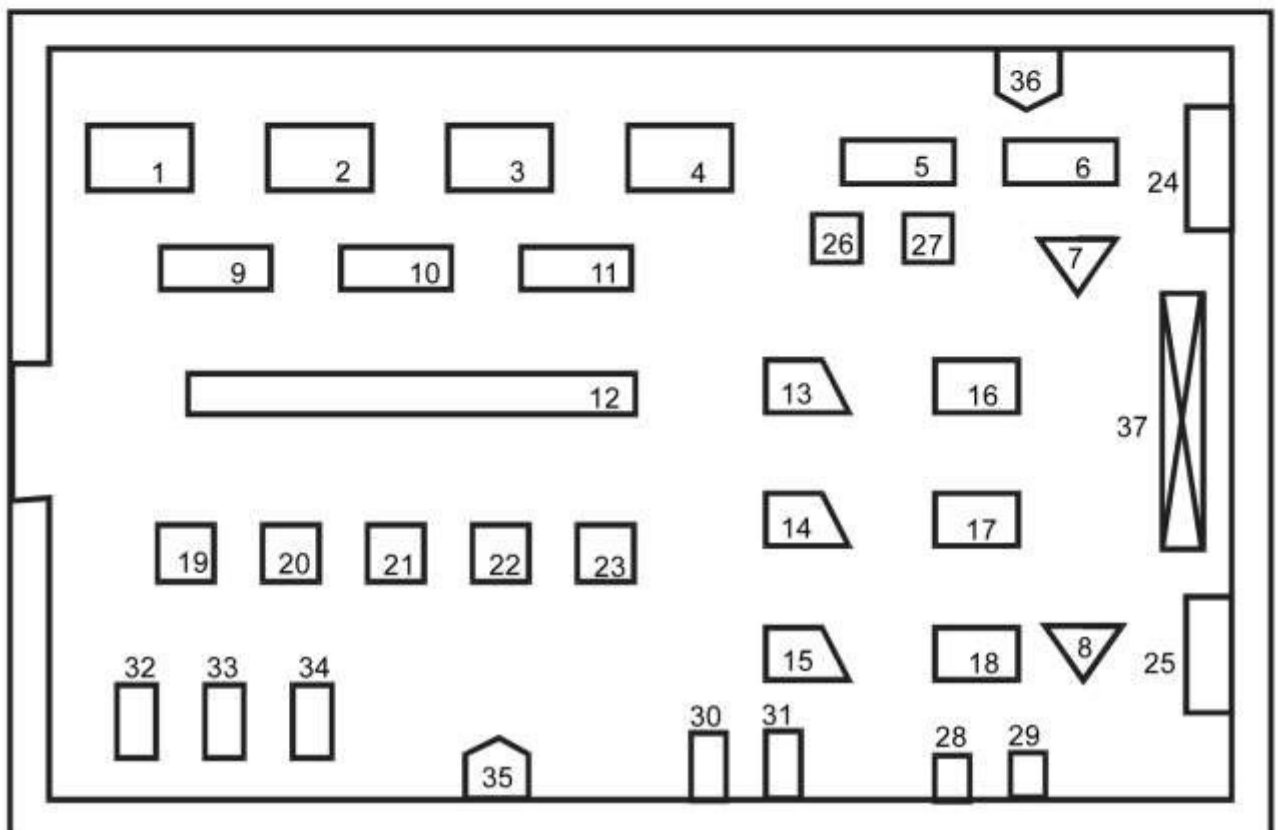
План инструментального цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-4	Электроэрозионный станок	29	30	25	37	22	24	33	35	20	22
5-9	Токарный станок	15	10	18	19	14	17	15	20	23	11
10,11	Горизонтально-фрезерный станок	16	18	15	10	17	20	25	14	12	17
12	Гидравлический пресс	50	46	58	55	44	40	70	64	65	52
13	Токарный станок с ЧПУ	30	29	45	40	35	28	33	44	40	52
14-16	Токарный станок	20	15	25	28	30	29	31	24	26	28
17,18	Вертикально-сверлильный станок	16	10	12	14	15	9	18	14	20	22
19	Долбежный станок	17	23	16	20	15	15	19	29	25	22
20-23	Фрезерный станок	16	15	10	18	17	12	20	21	15	16
24	Механический пресс	50	60	70	40	65	58	55	62	75	62
25-27	Внутришлифовальный станок	15	12	16	17	10	18	20	22	17	19
28-30	Плоскошлифовальный станок	19	22	18	10	22	17	15	12	16	18
31-36	Координатно-расточной станок	19	20	24	18	25	22	16	21	28	23
37	Кран=балка ПВ=40%	40	30	50	45	60	29	35	75	60	55
38,39	Вентилятор	10	12	16	20	10	12	18	22	8,5	14



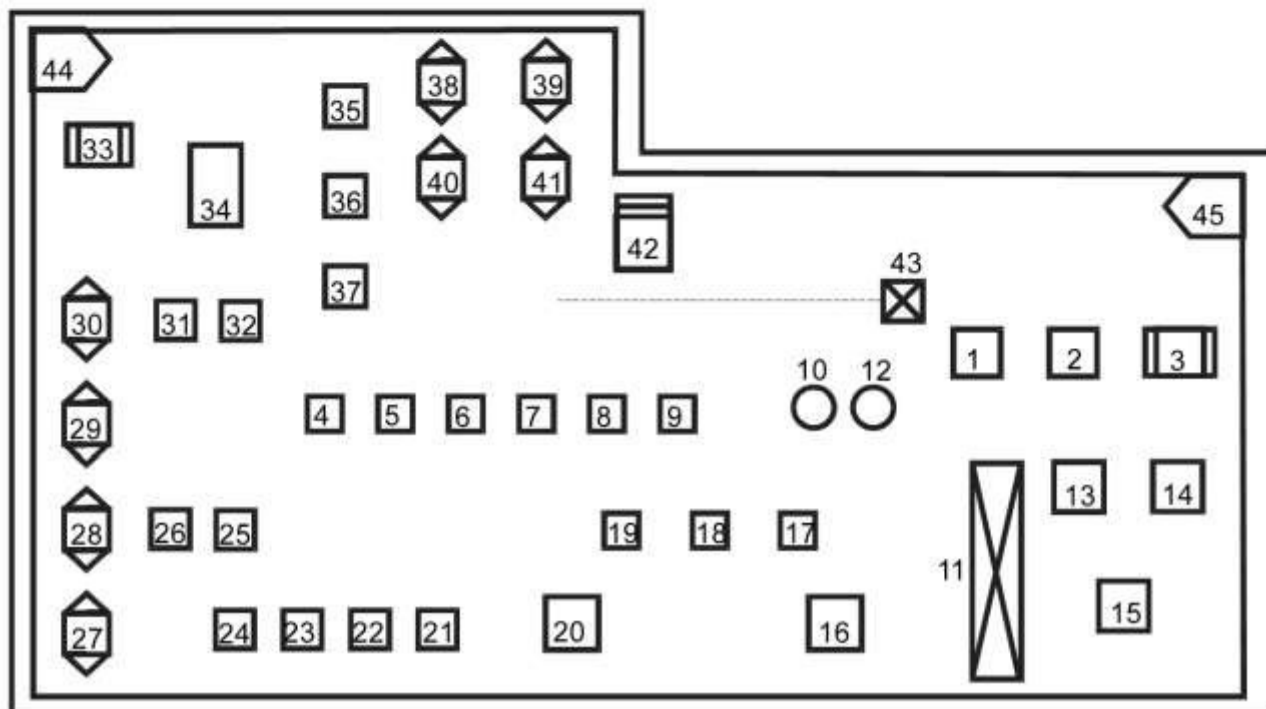
План деревообрабатывающего цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-4	Шлифовальный станок	10	20	15	22	18	11	16	14	19	17
5,6	Сверлильный станок	7	6	8	10	9	5	11	8,5	9	8
7,8	Сушильный шкаф	60	55	40	65	70	38	44	50	39	35
9-12	Фуговальный станок	21	27	19	15	17	16	20	22	24	18
13-15	Циркулярная пила	18	16	14	17	19	15	12	20	21	13
16-18	Пресс	10	9	12	8	14	16	12	8	15	7
19-23	Токарный станок	15	18	13	16	12	14	19	11	10	17
24,25	Полировочный станок	20	22	27	28	18	15	21	16	19	14
26,27	Фрезерный станок	16	19	12	10	8	14	13	17	15	11
28,29	Клееварка	5	8	6	9	7	4	10	11	5,5	7,5
30,31	Сварочный трансформатор ПВ=40%	50	40	44	58	60	62	48	52	48	55
32-34	Точильный станок	8	6	7	5	10	11	9	12	8,5	9
35,36	Вентилятор	10	9	8	6	7	8,5	5	11	6,5	8
37	Кран-балка ПВ=40%	22	20	19	16	21	24	18	15	17	23



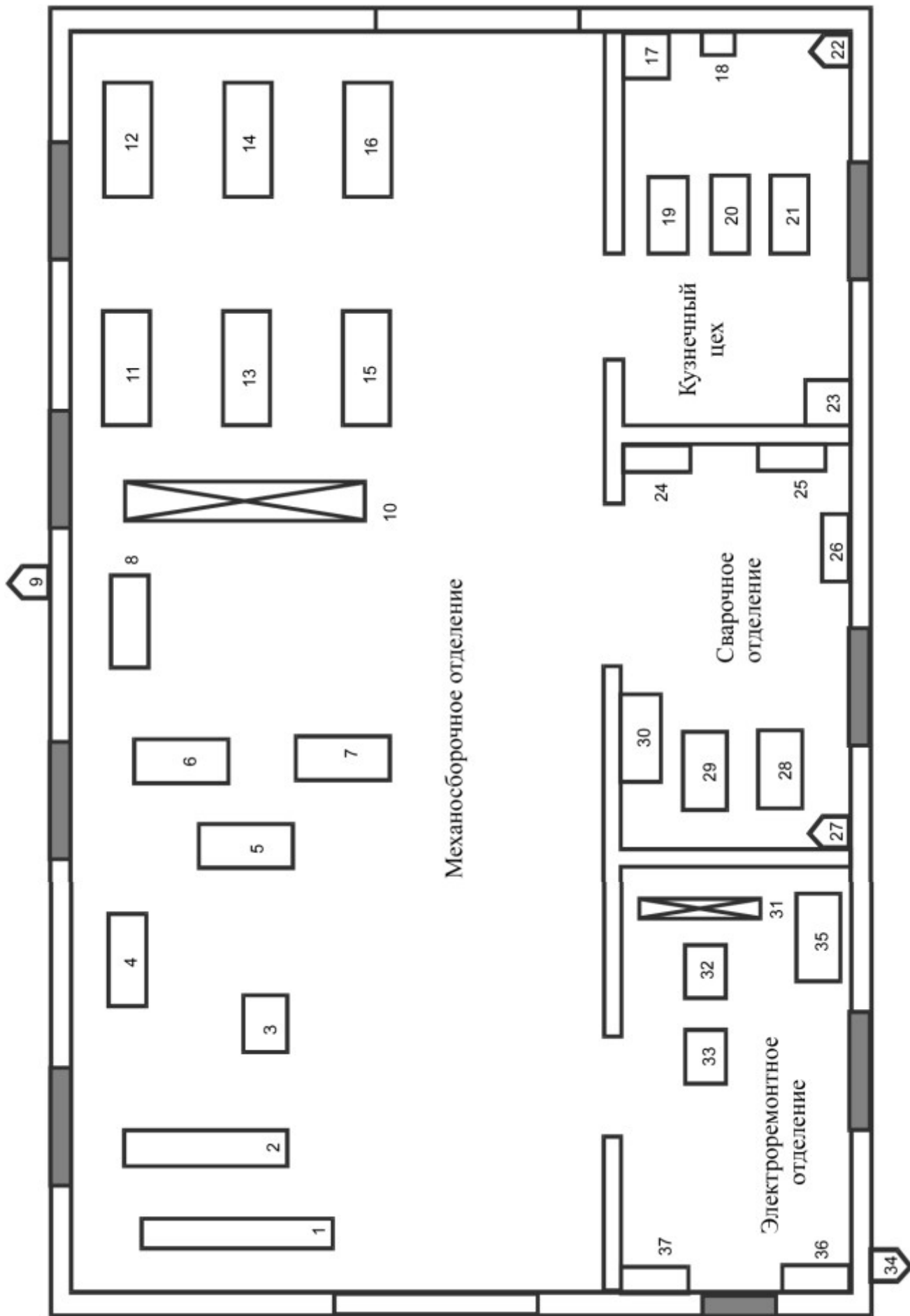
План сокоочистительного цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Газовый насос	160	150	140	130	170	180	150	165	178	200
2	Вакуумный насос	125	130	150	100	110	120	135	140	144	160
3	Компрессор	70	80	66	58	75	60	90	72	48	50
4-9	Центрифуга	55	60	52	48	40	35	30	38	42	44
10,12	Генератор-двигатель	100	110	130	120	140	150	125	135	145	155
11	Кран-балка	15	12	10	14	9	8	11	13	11	18
13-15	Насос	10	14	12	16	14	15	18	20	21	17
16-26	Насос	40	45	50	52	48	58	60	52	54	46
27-30	Дисковые фильтры	5	4	7	6	4,5	8	5,5	9	6,2	7,5
31,32	Насос густого сиропа	50	60	30	44	42	55	52	62	48	40
33	Компрессор	20	22	24	18	20	21	25	28	19	27
34	Мешалка	3	4	2,8	5	2,4	6	4,4	3	1,8	2,8
35-37	Насос сырого сиропа	30	32	28	34	36	28	26	24	31	29
38-41	Фильтры	7	4	5	9	10	8	6	11	12	7
42	Транспортер	10	11	14	12	9	15	8	10	7	11
43	Тельфер	5	6	4	7	8	3	2,8	6	3,4	6
44,45	Вентилятор	10	12	7,5	5,5	4	8	10	10	12	18



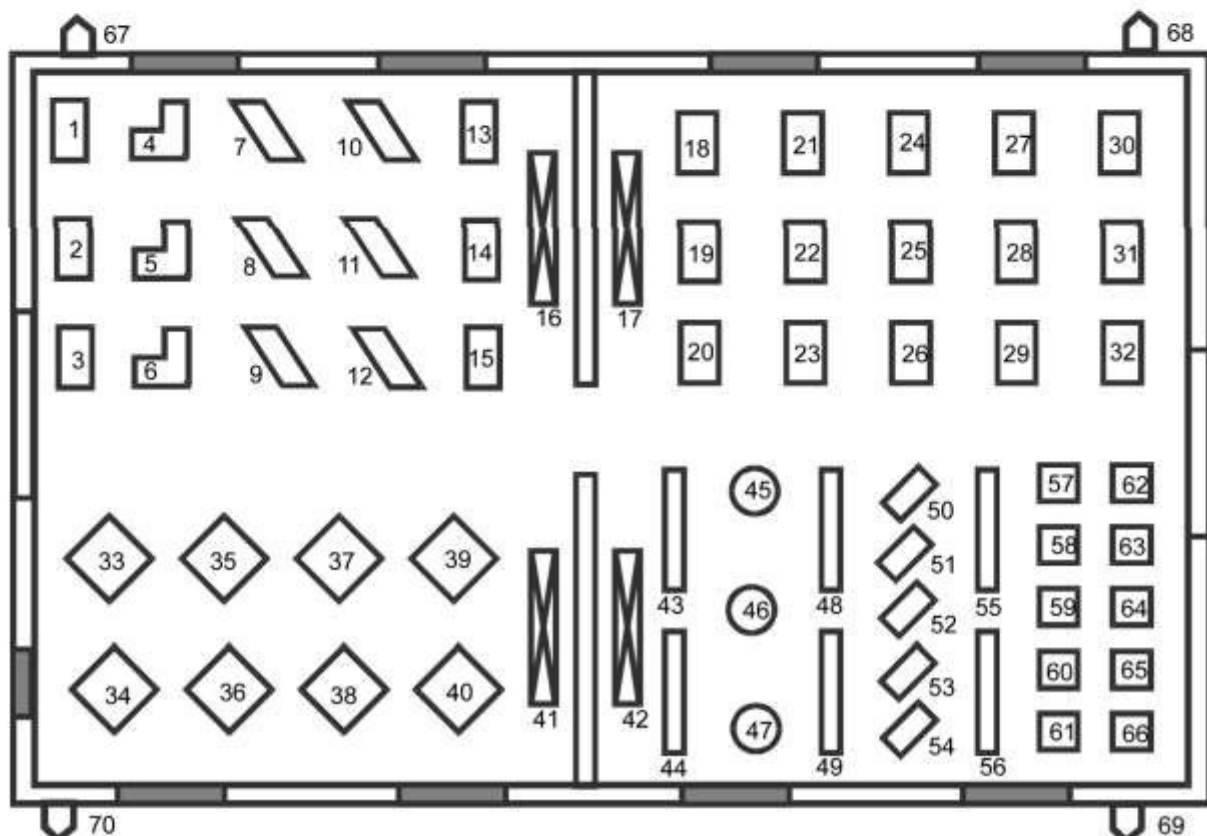
План ремонтно - механического цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
	1.Механическое отделение										
1	Долбежный станок	7	10	8	6,5	5	8	4,5	9	7	7
2	Радиально-сверлильный станок	17	14	12	12,5	6,5	12	14	14,5	12	12
3	Зубофрезерный станок	1,7	2,4	2,4	3,0	3,2	1,7	2,1	2,5	3,0	3,0
4	Токарный станок	5	4	4	4,5	7,5	7,5	5	5,5	4,5	5,5
5	Круглошлифовальный станок	7	7,5	7,5	6	6	6	7,5	5,5	5,5	7
6	Токарный станок	10	11	10	11	10	11	11,5	8	7	9
7	Токарный станок	4,5	5,5	5,5	5,5	3,5	4	4	4,5	4,5	4,2
8	Строгальный станок	3,5	3,0	4,0	4,5	3,2	3,2	4,5	3,0	4,0	3,5
9	Вентилятор	3,2	3,0	3,0	4,0	2,8	2,7	5,5	5,5	5,0	4,5
10	Кран-балка, ПВ=40 %	7,3	7,5	7,5	7,0	5,5	5,5	8,0	11,0	7,5	7,5
11	Заточной станок	1,2	2,0	2,0	1,5	1,6	2,0	1,4	2,5	2,0	1,5
12	Сверлильный станок	2,8	2,0	2,5	2,7	3,2	3,0	4,0	2,5	1,8	2,5
13	Вертикально-сверлильный станок	4,5	4,0	5,0	5,5	5,5	4,0	5,5	7,0	4,5	4,5
14	Точило	2,2	2,2	2,0	1,8	1,9	2,2	2,5	2,0	2,7	2,5
15	Фрезерный станок	3,4	3,0	3,4	3,5	2,8	3,0	3,2	4,0	4,5	3,5
16	Сверлильный станок	1,0	2,0	2,5	1,0	1,5	1,5	2,2	2,3	2,5	1,5
	2.Кузнечный цех										
17	Пневматический молот	10	10,5	11	11	10,5	7,5	8,5	10	10,5	11
18	Точило	1,7	1,5	1,5	1,5	1,0	1,2	1,2	1,4	1,6	1,0
19	Электрическая печь	5,0	4,5	4,8	4,5	5,5	4,8	5,5	6,0	7,5	7,0
20	Электрическая печь	8	5,5	6,0	7,5	11	8,5	10,2	7,5	6,0	10
21	Электрическая печь	15	12	14,5	17	12	15	15	11,5	12,5	14
22	Вентилятор	4,5	5,5	5,5	7,5	4,0	4,0	5,5	7,0	5,5	4,0
23	Молот	8	10	12	12	11,0	7,5	8,5	9,0	10	11
	3. Сварочное отделение										
24,25	Преобразователь сварочный	15	14	15	12	16	18	12,5	10,5	14	15
26	Сварочный трансформатор, ПВ=40 %	12	14	16	18	12	14	16	12	14,5	16
27	Вентилятор	4,5	5,5	5,5	6,0	7,5	5,0	4,5	4,0	5,5	4,0
28,29	Машина электросварочная, точечная, ПВ=60 %	20	24	24	22	25	20	18,5	20	24	24
30	Сварочный агрегат, ПВ=60 %	40	3,	40	45	35	25	40	50	25	40
	4.Электроремонтное отделение										
31	Кран-балка, ПВ=40 %	7,3	7,5	5,5	5,5	7,5	11,0	5,5	4,0	7,5	8,2
32,33	Намоточный станок	1,7	1,5	1,2	1,6	1,7	1,8	2,0	2,5	1,8	1,6
34	Вентилятор	3,2	2,5	2,5	2,0	3,5	3,2	3,0	2,6	2,8	3,0
35	Сушильный шкаф	4,0	3,5	4,0	4,2	4,6	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8
36,37	Настольно-токарный станок	1,0	1,0	1,2	1,6	1,5	1,2	1,0	1,2	1,4	1,3



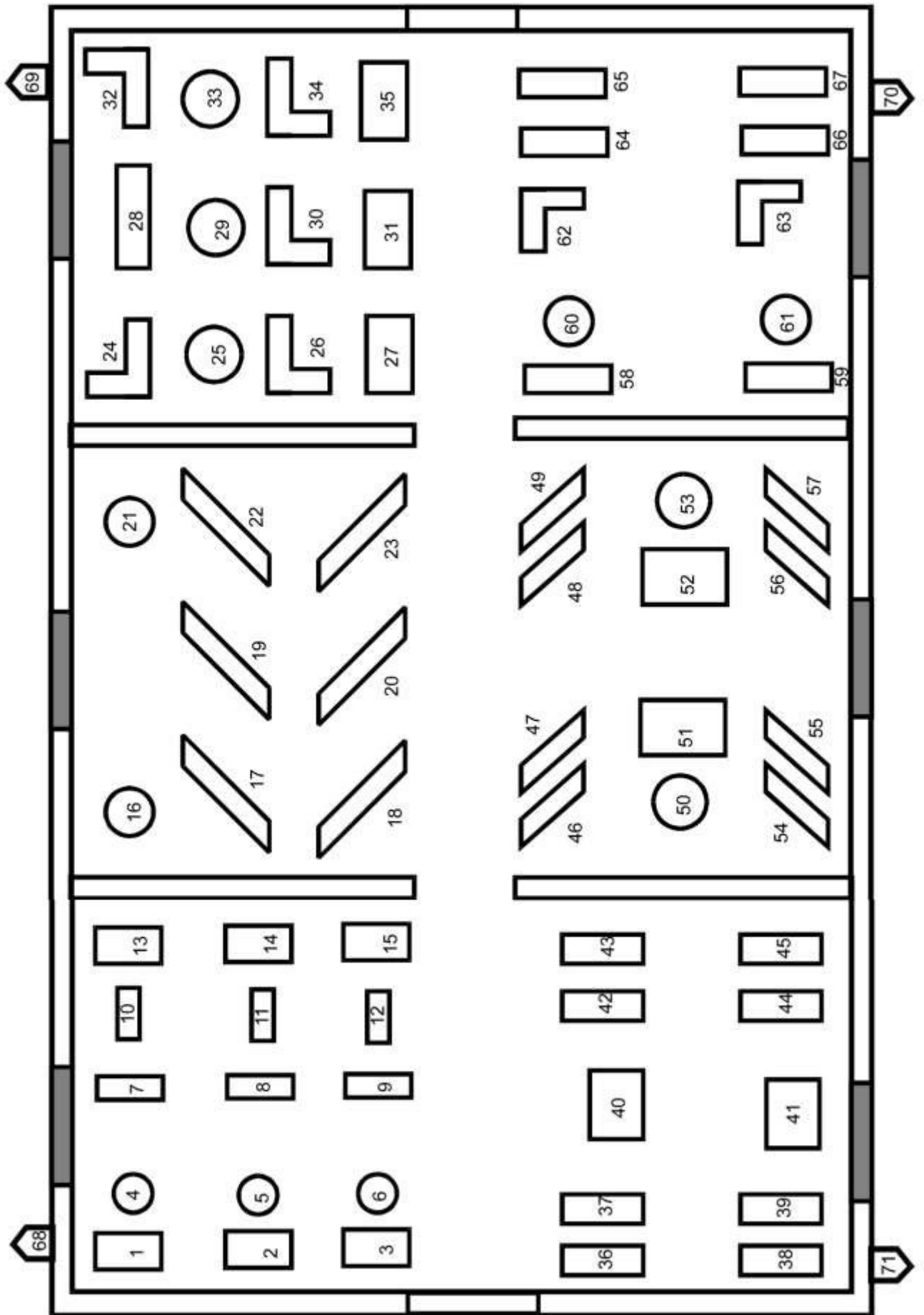
План ремонтно - механического цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-3, 13-15	Токарно-винторезный станок	4,6	4,0	4,0	3,8	3,2	4,0	4,5	4,2	4,4	4,4
4-6	Трубогибочный станок	7	7,5	7,2	8,3	6,4	6,6	6,0	7,0	7,5	7,0
7-9	Пресс-ножницы	4,5	4,0	4,2	3,5	3,8	4,2	3,7	4,5	4,4	4,3
10-12	Пресс листогибочный	15	12,0	12,5	11	14	16	16,4	14	13	13
16,17, 41,42	Кран-балка, ПВ=40 %	10	8,5	7,5	11	12	13	14	14	14	14
18-26	Токарно-винторезный станок	3,2	3,2	3,2	3,0	2,8	2,8	3,3	3,3	3,4	3,5
27-32	Токарно-винторезный станок	12	10,2	11	11,5	11	10,8	10,6	8,5	9,2	9,4
33-36	Универсальный круглошлифовальный станок	5,2	4,5	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,2
37-40	Внутришлифовальный станок	7,6	7,4	6,8	6,6	6,7	6,6	6,6	6,0	6,0	5,5
43,44	Молот пневматический	7	6,8	6,6	6,4	6,4	7	7	7,5	8,2	8,4
45-47	Электропечь сопротивления	30	25	28	32	34	24	28	29	24	30
48-49	Молот пневматический	10	7,5	8	10,5	11	12	13	15	11	12
50-54	Печь муфельная	2,6	1,8	1,6	2,0	2,2	2,4	2,4	2,2	2,8	1,8
55,56	Сварочный агрегат, ПВ=50 %	28	15,5	14	17	18	19	22	24	32	30
57-61	Транс. сварочный, ПВ=40 %	14	12	14	16	10	12	16	16	14	12
62-63	Преобразователь сварочный	12	14,5	12,5	12	14	14,5	14,5	14	15	1,
64-66	Машина электросвар. точечная	25	22,5	22,5	20	24	20	24	22,5	27,5	28
67-70	Вентилятор	12	11	7,5	7,5	11	15	11	11	15	15,5



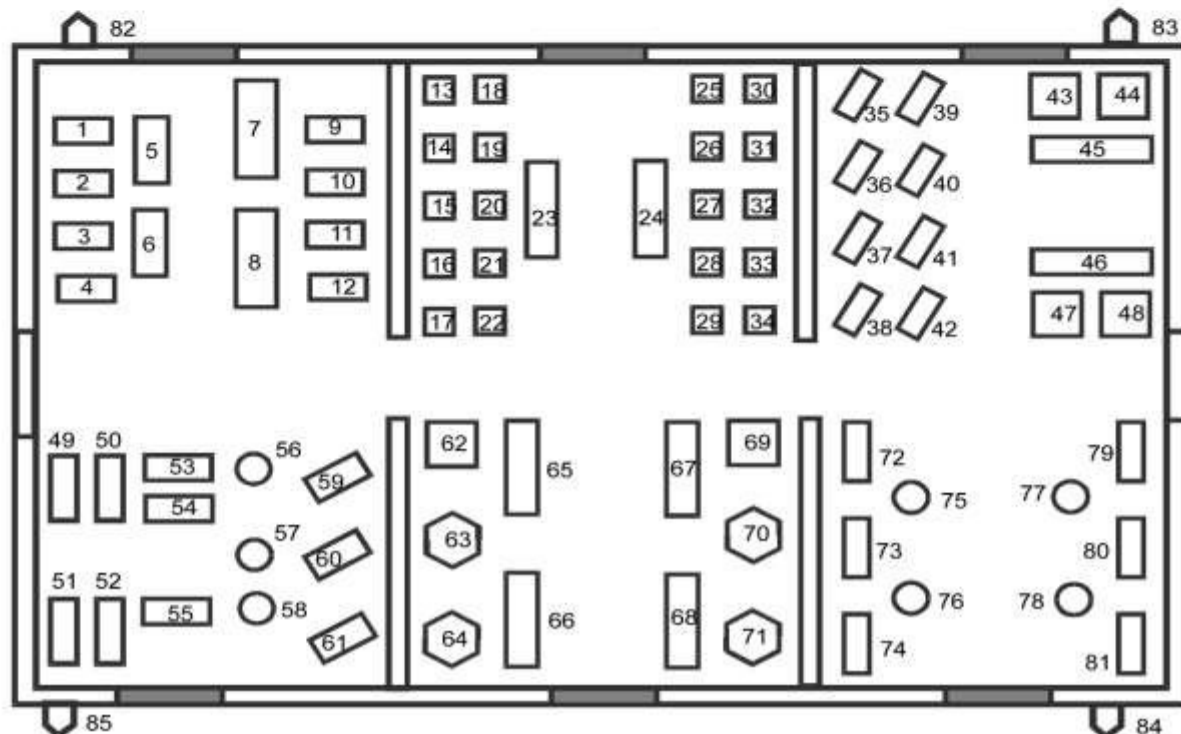
План ремонтно - механического цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-3, 7-9, 13-15	Токарно-винторезный станок	3,5	3,0	2,8	2,7	3,2	3,5	3,6	3,4	3,0	2,8
4-6	Настольно-сверлильный станок	2	1,8	1,6	1,6	1,4	2,2	2,2	1,6	1,4	2,2
10-12	Универсально-фрезерный станок	3,5	3,0	4,2	3,5	3,1	4,1	2,8	3,0	3,2	3,6
16,21	Намоточный станок	2,8	2,0	2,4	2,1	2,1	2,2	2,6	2,6	3,2	3,1
17-20, 22,23	Точильный станок	2,5	1,8	1,8	2,0	2,0	1,6	2,1	2,1	1,6	1,7
24,26, 30,32, 34	Трубогибочный станок	4	3,5	3,5	3,8	4,2	4,4	4,1	4,1	4,5	2,8
28	Ножницы	7	7,5	7,5	6,6	6,6	6,1	7,1	5,9	6,5	6,4
25,29, 33	Пресс кривошипный	10	8,5	8,8	8,9	8,9	9,1	9,1	8,0	7,5	11
27,31, 35	Вертикально-сверлильный станок	4,5	5	3,8	4,2	5,3	6	2,5	3	3,2	4,6
36-39, 42-45	Машина электросварочная, ПВ=50 %	15	14	16	12	14	16	17	10	15	14
40,41	Преобразователь сварочный	20	24	25	22	18	16	22	24	26	20
46-49, 54-57	Электродпечь сопротивления	20	16	18	19	19	21	21	24	25	26
50,53	Шкаф сушильный	2	1,8	1,7	1,6	2,2	2,1	1,8	1,9	2,0	2,0
51,52	Молот ковачный	10	7,5	7,8	8,8	8,8	9,9	9,2	9,4	9,5	8,4
58,59	Станок трубогибочный	7	7,5	6,6	6,5	6,4	7,8	7,2	7,3	7,4	8,0
60,61	Трубоотрезной станок	2,8	2,0	2,1	2,5	1,8	1,9	2,4	2,6	2,3	2,3
62,63	Плоскошлифовальный станок	12	10	10	14	14,5	10,5	10,9	11	12,5	12
64-67	Пресс листогибочный	15	15	16	14	12	12	12	10,5	14	15
68-71	Вентилятор	10	11	7,5	7,5	11	7,5	5,5	5,5	7,5	11



План ремонтно - механического цеха
Сведения об электрических нагрузках

Номер на плане	Наименование электроприемника	Установленная мощность ЭП, кВт									
		Номер варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1-4, 9-12	Токарно-винторезный станок	4,6	4,2	4,4	3,8	4,0	4,0	4,5	4,8	4,2	4,4
5-8	Настольно-сверлильный станок	0,6	1,0	0,8	1,2	1,4	0,9	1,1	1,1	1,3	1,2
13-22, 25-34	Токарно-винторезный станок	3,2	2,8	2,5	2,8	2,9	3	3	3,2	3,1	2,4
23,24	Универсально-фрезерный станок	6,5	6	5,5	6	5,5	5,4	5,0	6,4	6,5	6,6
35-42	Строгальный станок	9,2	10,5	8	11,5	12	7,5	8,4	8,6	9	8
43,44, 47,48	Поперечно-строгальный станок	4,5	4,1	4,1	3,8	5,5	4,1	4,9	4,5	4,6	4,4
45,46	Долбежный станок	3,8	3,2	3,2	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,1	2,9
49-52	Транс. сварочный, ПВ=40 %	5	5,1	5,1	5,2	4,8	4,7	5,0	5,0	4,9	5,3
53-55	Намоточный станок	2,8	2,8	2,7	3,2	3,1	2,4	2,6	3,0	3,0	3,5
56-58	Вертикально-сверл. станок	1,7	1,8	1,8	2,1	2,2	2,4	1,9	2,0	2,0	1,9
59-61	Сушильный электрический шкаф	6	5,9	5,8	6,2	6,3	6,3	5,8	6,0	6,0	6,2
62,69	Станок отрезной с диск. пилой	3,2	3,5	3,5	3,6	3,0	2,8	2,8	2,9	2,9	3,1
63,64, 70,71	Пресс гидравлический	4,5	4,5	4,0	4,5	4,2	5,1	5,1	5,0	4,6	4,4
65-68	Пресс фрикционный	10	10	10,5	12	8,5	9,0	9,6	9,4	8,5	12
72-74, 79-81	Транс. сварочный, ПВ=40 %	50	45	50	44	42	39	50	45	45	50
75-78	Преобразователь сварочный	14	12	12	14	15	16	10	16	12	14
82-85	Вентиляторы	15	17,5	15	15	17,5	22	11	15,5	17,5	15



Методические указания к выполнению Выпускной работы

2.1 Определение расчетной электрической нагрузки цеха

Расчетная силовая нагрузка цеха, электроснабжение которого разрабатывается подробно в работе, определяется по методу упорядоченных диаграмм. Для этого электроприемники цеха разбиваются на две характерные группы:

- а) электроприемники с переменным графиком нагрузки, у которых $K_u < 0.6$;
- б) электроприемники с практически постоянным графиком нагрузки, у которых $K_u \geq 0.6$

При расчетах электрических нагрузок удобно пользоваться специальной таблицей. Пример расчета приведен в таблице 2.1

Средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену для каждой группы электроприемников определяется по формуле:

$$P_{см} = K_u P_{ном} \quad [\text{кВт}] \quad (2.1)$$

Средняя реактивная нагрузка за наиболее загруженную смену для каждой группы электроприемников определяется по формуле:

$$Q_{см} = P_{см} \operatorname{tg} \varphi \quad [\text{кВар}] \quad (2.2)$$

K_u и $\cos \varphi$ для каждого ЭП или группы ЭП принимаются по справочным данным [3]. Средневзвешенный коэффициент использования определяется по формуле:

$$K_{u,ср} = \frac{\sum P_{см}}{\sum P_{ном}} \quad (2.3)$$

где $\sum P_{см}$ - суммарная средняя активная нагрузка за наиболее загруженную смену группы электроприемников цеха, кВт;

$\sum P_{ном}$ - суммарная установленная мощность группы электроприемников цеха, кВт.

Коэффициент максимума активной мощности определяется по кривым или по таблице [3] в зависимости от средневзвешенного коэффициента использования $K_{u,ср}$ и эффективного числа электроприемников $n_э$ для данной группы:

$$n_э = \frac{\left[\sum_1^n P_{ном} \right]^2}{\sum_1^n P_{ном}^2} \quad (2.4)$$

При большом числе ЭП рекомендуется пользоваться упрощенными способами вычисления $n_э$, допустимая погрешность которых лежит в пределах $\pm 10\%$.

Расчетные нагрузки ремонтно-механического цеха

(образец)

Таблица 2.1

№ п/п	Наименование узлов питания и групп электроприемников	Количество ЭП и	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100 %		m = P _{н.макс} / P _{н.мин}	К _н Коэффициент использования	cosφ / tgφ	Средняя нагрузка за максимально загруженную смену		Эффективное число электроприемников n _э	Коэффициент максимума K _м	Максимальная нагрузка			Расчетные токи I _м / I _п
			P _н , кВт (наименьшего, наибольшего)	общая P _н , кВт				P _{см} = K _н · P _н , кВт	Q _{см} = P _{см} tgφ _{см} , кВт			P _м = K _м P _{см} , кВт	Q _м = Q _{см} при n _э > 10, Q _м = 1,1 Q _{см} при n _э ≤ 10, кВт	S _м = √(P _м ² + Q _м ²), кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Приемники группы А															
1	Металлообработывающие станки	74	0,6-33,3	416,4	55,5	0,14	0,5/1,73	58,3	100,8						
2	Кран-балки, краны	4	4,8-24,2	38,8	5	0,06	0,6/1,33	2,3	3						
3	Электрические печи	2	22	44	1	0,55	0,95/0,33	24,2	8						
4	Сварочные аппараты	8	10-45	186	4,5	0,3	0,35/2,67	55,8	149						
	Итого по группе А:	88	0,6-45	685,1	>3	0,2	-	140,6	260,8	30	1,34	138,4	260,8		
Приемники группы Б															
5	Вентиляторы	17	1,2-10	103,7	-	0,65	0,8/0,75	67,4	50,6						
6	Нагрев. аппараты	13	0,8-45	194,3	-	0,8	0,95/0,33	155,4	51,3						
7	Преобразовательные агрегаты	3	15	45	-	0,7	0,95/0,33	31,5	10,4						
	Итого по группе Б	33	0,8-45	343	-	-	-	254,3	112,3	-	1	254,3	112,3		
	Итого силовая нагрузка по цеху (гр. А и Б)	121	0,6-45	1028,1	-	-	-	394,9	373,1	-	-	442,7	373,1		
	Электрическое освещ.	-	-	25,7	-	K _с = =0,85	-	22	-	-	-	22	-		
	Итого по цеху:	-	-	1053,8	-	-	-	416,9	373,1	-	-	464,7	373,1	596	

а) при $m = \frac{P_{\text{ном.макс.}}}{P_{\text{ном.мин}}} > 3$ и $K_{\text{и.ср}} \geq 0,2$ n_3 может быть определено по

формуле:

$$n_3 = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{\text{ном}}}{P_{\text{ном.макс}}}, \text{ где } P_{\text{ном.макс}}, P_{\text{ном.мин}} - \text{номинальные активные}$$

мощности наибольшего и наименьшего электроприемников в группе;

б) при $m > 3$ и $K_{\text{и.ср}} < 0,2$ эффективное число ЭП определяется с помощью кривых или таблицы [3];

в) при $m \leq 3$ и любом значении $K_{\text{и.ср}}$ допускается принимать $n_3 = n$, где n – исходное число ЭП. При определении величины n_3 могут быть исключены из расчета те наименьшие ЭП группы, суммарная номинальная мощность которых не превышает 5% суммарной мощности всей группы (при этом число исключенных ЭП не учитывается также и в величине n).

Расчетные активная (P_M) и реактивная (Q_M) мощности группы приемников с переменным графиком нагрузки определяются из выражений:

$$\begin{aligned} P_M &= K_M P_{\text{см}}; \\ Q_M &= Q_{\text{см}} \text{ при } n_3 > 10 \\ Q_M &= 1,1 Q_{\text{см}} \text{ при } n_3 \leq 10 \end{aligned} \quad (2.5)$$

Примечание. Величина K_M находится по кривым $K_M = f(n_3)$ для различных средневзвешенных значений коэффициента использования $K_{\text{и.ср}}$ или по таблице [3].

Для ЭП с практически постоянным графиком нагрузки расчетная активная нагрузка принимается равной средней мощности за наиболее загруженную смену $P_M = P_{\text{см}}$.

Расчетная нагрузка осветительных приемников цеха определяется по установленной мощности и коэффициенту спроса:

$$P_{\text{р.о.}} = P_{\text{н.о.}} K_{\text{со}} \quad (2.6)$$

$K_{\text{со}}$ принимается по справочным данным [5]. Величина $P_{\text{н.о.}}$ находится как:

$$P_{\text{н.о.}} = P_{\text{уд.о.}} \cdot F, \quad (2.7)$$

где $P_{\text{уд.о.}}$ – удельная плотность осветительной нагрузки, Вт/м² (принимается по справочным материалам [5]).

F – площадь цеха, м² (определяется по генплану).

Полная расчетная нагрузка цеха (с учетом освещения) определяется:

$$S_p = \sqrt{(P_p + P_{\text{р.о.}})^2 + Q_p^2} \quad (2.8)$$

$$\text{Расчетный ток: } I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} U_n} \quad (2.9)$$

Пиковый ток $I_n = i_{n.m} + (I_p - K_u i_{ном.м})$, где $i_{n.m}, i_{ном.м}, K_u$ - соответственно наибольший из пусковых токов двигателей в группе; его номинальный ток и коэффициент использования.

2.2. Определение расчетной нагрузки предприятия в целом

Расчетная полная мощность предприятия определяется по расчетным активным и реактивным нагрузкам цехов (до и выше 1000 В) с учетом расчетной нагрузки освещения цехов и территории предприятия, потерь мощности в трансформаторах цеховых подстанций и ГПП и потерь в высоковольтных линиях.

Расчетная нагрузка (активная и реактивная) силовых приемников цехов (кроме рассмотренного) определяются из соотношений:

$$\begin{aligned} P_p &= K_c P_n; \\ Q_p &= P_p \operatorname{tg} \varphi, \end{aligned} \quad (2.10)$$

где P_n - суммарная установленная мощность всех приемников цеха;
 K_c - коэффициент спроса, принимаемый по справочным данным;
 $\operatorname{tg} \varphi$ - принимается по соответствующему значению коэффициента мощности.

Приемники напряжением выше 1000 В учитываются отдельно. Расчетная активная и реактивная мощности групп приемников выше 1000 В определяются по выше приведенным формулам.

Примеры определения расчетных силовых и осветительных нагрузок по цехам предприятия показаны в таблицах 2.2 и 2.3.

Так как трансформаторы цеховых подстанций и высоковольтная сеть еще не выбраны, то приближенно потери мощности в них можно определить из выражений:

$$\begin{aligned} \Delta P_\tau &= 0,02 S_p''; \\ \Delta Q_\tau &= 0,1 S_p''; \\ \Delta P_\lambda &= 0,03 S_p''; \end{aligned} \quad (2.11)$$

где S_p'' - расчетная мощность предприятия на шинах напряжением до 1000 В за максимально загруженную смену. Суммарные расчетные активная и реактивная мощности, отнесенные к шинам 6-10 кВ ГПП, определяются из выражений:

$$\begin{aligned} P_{p\Sigma} &= (\sum P_p'' + \sum P_p^o) K_{p.m} + P_{p.o} + \Delta P_\tau + \Delta P_\lambda; \\ Q_{p\Sigma} &= (\sum Q_p'' + \sum Q_p^o) K_{p.m} + \Delta Q_\tau \end{aligned} \quad (2.12)$$

где $K_{p.m}$ - коэффициент одновременности максимумов нагрузки отдельных групп электроприемников, принимаемый в пределах 0,9-0,95.

Потери мощности в трансформаторах ГПП определяются:

(образец)

Расчетные нагрузки 0,38 и 6 - 10 кВ по цехам завода по установленной мощности и коэффициенту спроса

Таблица 2.2

№ по ген. плану	Наименование потребителей	Силовая нагрузка				
		Р _н , кВт	K _c	cosφ/tgφ	Р _р , кВт	Q _р , кВт
1	2	3	4	5	6	7
Потребители электроэнергии 0,38 кВ						
1	Литейная черных металлов	1200	0,75	0,8/0,75	900	675
2	Литейная цветных металлов	600	0,75	0,8/0,75	450	337,5
3	Цех обработки блоков двигателей	580	0,3	0,65/1,17	174	203,6
4	Цех обработки поршней, шатунов и др.деталей	500	0,3	0,6/1,33	150	199,5
5	Цех сборки и испытания двигателей	1100	0,6	0,8/0,75	660	495
6	Штамповочный цех №1	900	0,5	0,6/1,33	450	598,5
7	Штамповочный цех №2	450	0,4	0,8/0,75	180	135
8	Цех производства мелких двигателей	390	0,3	0,7/1,02	117	119
9	Сборочный цех №1	630	0,4	0,6/1,33	252	335
10	Сборочный цех №2	810	0,5	0,7/1,02	405	413
11	Ремонтно-механический цех	1054	0,4	0,7/1,02	422	430
Итого по 0,38 кВ:		8214	-	-	4160	3941,1
Потребители электроэнергии 6-10 кВ						
1	Литейная черных металлов	1300	0,9	0,8/0,75	1170	877,5
2	Литейная цветных металлов	1000	0,9	0,8/0,75	900	675
5	Цех сборки и испытания двигателей	1200	0,7	0,8/0,75	840	630
Итого по 6-10 кВ:		3500	-	-	2910	2182,5

$$\Delta P_{\tau.ГПП} = 0,02 S_{p\Sigma}; \quad (2.13)$$

$$\Delta Q_{\tau.ГПП} = 0,1 S_{p\Sigma}$$

где $S_{p\Sigma} = \sqrt{(P_{p\Sigma})^2 + (Q_{p\Sigma})^2}$

Полная расчетная мощность предприятия со стороны высшего напряжения трансформаторов ГПП определяется:

$$S_{pГПП} = \sqrt{(P_{p\Sigma} + \Delta P_{\tau.ГПП})^2 + (Q_{p\Sigma} + \Delta Q_{\tau.ГПП} - Q_{кв})} \quad (2.14)$$

где $Q_{кв}$ - мощность компенсирующих устройств;

$$Q_{кв} = Q_{p\Sigma} - Q_c \quad (2.15)$$

где Q_c - наибольшее значение реактивной мощности, передаваемой из сети энергосистемы в сеть предприятия в режиме наибольших активных нагрузок энергосистемы:

$$Q_c = \alpha \cdot P_{p\Sigma} \quad (2.16)$$

Для предприятий, расположенных в Сибири:

$\alpha = 0,24$, если величина напряжения питающей линии 35 кВ;

$\alpha = 0,29$, если величина напряжения питающей линии 110 кВ;

$\alpha = 0,40$, если величина напряжения питающей линии 220 кВ и выше.

2.3 Картограмма и определение центра электрических нагрузок

Картограмма нагрузок представляет собой размещенные на генплане предприятия площади, ограниченные кругами, которые в определенном масштабе соответствуют расчетным нагрузкам цехов.

Радиусы окружностей для каждого цеха определяются из выражения:

$$r_i = \sqrt{\frac{S_{pi}}{\pi \cdot m}} \quad (2.17)$$

где S_{pi} - расчетная полная мощность i -го цеха с учетом освещения, кВА;

m - масштаб для определения площади круга, кВА/мм² (постоянный для всех цехов предприятия).

Силовые нагрузки до и выше 1000 В изображаются отдельными кругами или секторами в круге. Считаем, что нагрузка по цеху распределена равномерно, поэтому центр нагрузок совпадает с центром тяжести фигуры, изображающей цех в плане.

Осветительная нагрузка наносится в виде сектора круга, изображающего нагрузку до 1000 В. Угол сектора (α) определяется из соотношения полных расчетных (S_{pi}) и осветительных нагрузок ($P_{p.o}$) цехов:

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot P_{p.o}}{S_{pi}} \quad (2.18)$$

(образец)

Расчетные осветительные нагрузки по цехам завода

Таблица 2.3

№ по ген. плану	Наименование потребителя	Осветительная нагрузка						Силовая и осветительная нагрузки											
		F, м ²	P _{уд.о.} , Вт/м ²	P _{н.о.} , кВт	K _{с.о.}	P _{ро.} , кВт	P _р + P _{ро.} , кВт	Q _{р.} , кВар	S _{р.} , кВА										
										3	4	5	6	7	8	9	10		
1	2																		
Потребители электроэнергии 0,38 кВ																			
1	Литейная черных металлов	7813	14	109,4	0,95	104	1004	675	1210										
2	Литейная цветных металлов	7813	14	109,4	0,95	104	554	337,5	649										
3	Цех обработки блоков двигателей	6250	17	106	0,95	101	275	203,6	342										
4	Цех обработки поршей, шатунов и др.деталей	6250	17	106	0,95	101	251	199,5	321										
5	Цех сборки и испытания двигателей	6250	16	100	0,95	95	755	495	903										
6	Штамповочный цех №1	6250	16	100	0,95	95	545	598,5	809										
7	Штамповочный цех №2	4815	16	77	0,95	73	253	135	287										
8	Цех производства мелких двигателей	4700	17	80	0,85	68	185	119	220										
9	Сборочный цех №1	4815	16	77	0,95	73	325	335	467										
10	Сборочный цех №2	17620	16	282	0,95	268	673	413	790										
11	Ремонтно-механический цех	1815	15	27	1,0	27	449	430	622										
	Территория завода	120000	0,22	26,4	1,0	26,4	26,4	-	-										
	Итого по 0,38 кВ	Fц=74391	-	1200,2	-	1135,4	-	-	-										
Потребители электроэнергии 6-10 кВ																			
1	Литейная черных металлов	-	-	-	-	-	1170	877,5	1462										
2	Литейная цветных металлов	-	-	-	-	-	900	675	1125										
5	Цех сборки и испытания двигателей	-	-	-	-	-	840	630	1050										
	Итого по 6-10 кВ						2910	2182,5	3637,5										

Расчетные данные для построения картограммы нагрузок

(образец)

Таблица 2.4

№ цеха по ген. плану	$S_{p,i}$, кВА	P_{p0} , кВт	r , мм	α , град	X_i , м	Y_i , м	$S_{p,i} \cdot X_i$, кВА·м	$S_{p,i} \cdot Y_i$, кВА·м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Потребители 0,4 кВ								
1	1210	104	19,6	31	113	520	137000	630000
2	649	104	14,4	58	360	520	234000	337500
3	342	101	10,4	106	113	400	39000	137000
4	321	101	10,1	113	360	400	116000	128000
5	903	95	16,9	38	113	290	102000	262000
6	809	95	16	42	360	290	291000	235000
7	287	73	9,6	92	275	160	79000	46000
8	220	68	8,3	111	570	290	125000	64000
9	467	73	12	56	275	60	128500	28000
10	790	268	15,9	122	570	460	450000	363500
11	622	27	14	16	590	160	367000	100000
Потребители 6 кВ								
1	1462	-	21,6	-	160	520	234000	760000
2	1125	-	19	-	410	520	461000	585000
5	1050	-	18,2	-	160	290	168000	304500
Итого:	10257	-	-	-	-	-	2931500	3980500

$$X_0 = \frac{\sum S_{p,i} \cdot X_i}{\sum S_{p,i}} = \frac{2931500}{10257} = 286 \text{ м};$$

$$Y_0 = \frac{\sum S_{p,i} \cdot Y_i}{\sum S_{p,i}} = \frac{3980500}{10257} = 388 \text{ м}$$

Для построения картограммы нагрузок используется таблица 2.4.

На генплан завода произвольно наносятся оси координат и определяются значения x_i и y_i для каждого цеха. Координаты центра электрических нагрузок завода x_0 и y_0 определяются по формулам:

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{\sum S_{p,i} \cdot x_i}{\sum S_{p,i}}; \\ y_0 &= \frac{\sum S_{p,i} \cdot y_i}{\sum S_{p,i}} \end{aligned} \quad (2.19)$$

Генплан предприятия с картограммой нагрузок показан на рис.2.1.

2.4 Выбор числа и мощности трансформаторов цеховых подстанций

При установке на крупных промышленных предприятиях группы цеховых трансформаторов их номинальная мощность определяется плотностью нагрузки и выбирается, как правило, одинаковой для всей группы. Удельная плотность нагрузки определяется по следующей формуле:

$$\sigma = \frac{S_p^H}{F_{\text{цехов}}}, \quad (2.20)$$

где $F_{\text{цехов}}$ - площадь всех цехов предприятия, м².

Рекомендуемые номинальные мощности трансформаторов для различных плотностей нагрузок приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Удельная плотность нагрузки σ , кВА/м ²	Рекомендуемая номинальная мощность трансформатора, кВА
0,05-0,1	630
0,15	1000
> 0,2	1600
> 0,3-0,35	2500

Минимально возможное число трансформаторов определяется по формуле:

$$N_0 = \frac{\sum P_p^H}{\beta_T \cdot S_{н.тр}} \quad (2.21)$$

где β_T - коэффициент загрузки трансформаторов в нормальном режиме (принимается 0,7).

$S_{н.тр}$ - номинальная мощность одного трансформатора, кВА;

$\sum P_p^H$ - номинальная расчетная активная мощность в сетях до 1000 В, кВт.

Полученная расчетная величина округляется до ближайшего большего целого значения N .

После выбора числа и мощности цеховых трансформаторов распределяют активные нагрузки цехов между ними равномерно. Активная нагрузка, приходящаяся на один цеховой трансформатор может быть определена

$$P_1 = \frac{\sum(P_p + P_{p.o})}{N} = \frac{\sum P_p''}{N} \quad (2.22)$$

Число трансформаторов N_i , которое следует установить в том или ином цехе, определяется делением нагрузки цеха $P_p + P_{p.o}$ на P_1 :

$$N_i = \frac{P_{p.o} + P_p}{P_1} \quad (2.23)$$

Если получается число дробное, то объединяют нагрузки близлежащих цехов. Подстанции обычно устанавливают одно- или двухтрансформаторные в зависимости от необходимой надежности электроснабжения.

После этого на плане предприятия обозначают места расположения цеховых ТП и намечают схему их питания от ГПП (см. рис.2.1 и 2.2).

Трансформаторы цеховых ТП могут быть запитаны по радиальной схеме или 2-3 трансформатора разных близко расположенных подстанций в одну цепочку.

Трансформаторы двухтрансформаторной подстанции должны быть запитаны от разных секций РУ 6-10 кВ ГПП или ЦРП.

Для питания потребителей электроэнергии напряжением выше 1000 В в цехе устанавливается РУ 6-10 кВ (рис.2.1).

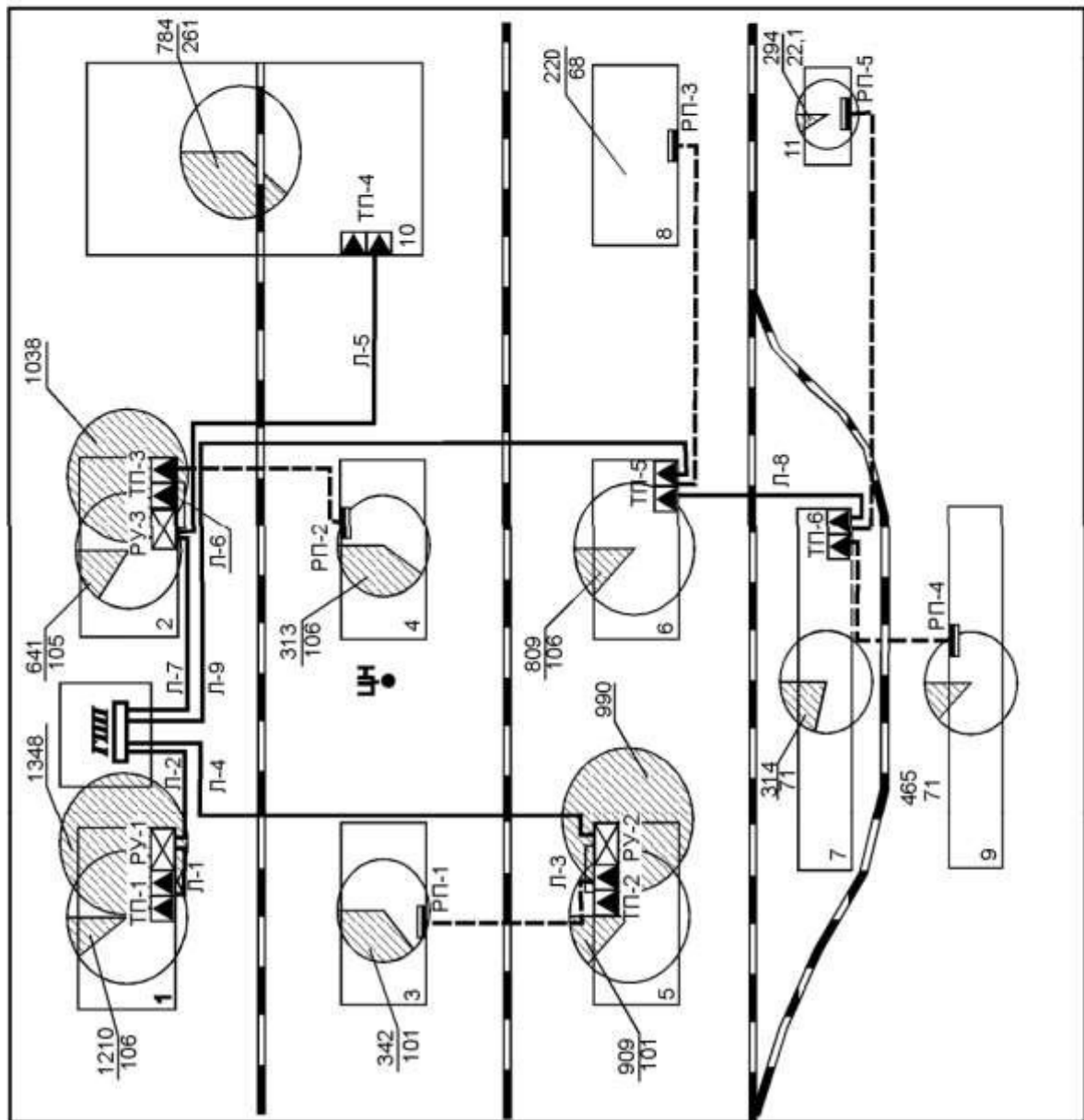
2.5 Схема внешнего электроснабжения

Электроснабжение завода осуществляется от подстанции энергосистемы. При наличии одного источника питания в целях резервирования принимается схема внешнего электроснабжения по двум радиальным линиям (ГПП с двумя трансформаторами связи). Питающие линии выполняются воздушными. В нормальном рабочем режиме пропускная способность каждой из питающих линий составляет не менее половины расчетной нагрузки завода. В аварийном режиме работы любая из питающих линий с учетом допустимой перегрузки (до 30 %) должна обеспечить электроэнергией потребители первой и второй категорий.

ГПП размещается на территории завода в соответствии с расчетным центром электрических нагрузок с некоторым смещением в сторону источника питания.

Выбор напряжения питающих и распределительных сетей зависит от мощности, потребляемой предприятием, его удаленности от источника питания, напряжения источника питания, количества и единичной мощности ЭП(электродвигателей, электрических печей, преобразователей и т.д.).

Обычно величина напряжения выбирается на основе технико-экономического сравнения вариантов. Выполнение технико-экономических



Условные обозначения

- Распределительное устройство ГПП
- Распределительное устройство выше 1000 В
- Цеховая двухтрансформаторная подстанция
- Распределительный пункт до 1000 В
- Распределительная сеть выше 1000 В
- Распределительная сеть до 1000 В (между цехами)
- Электрическая нагрузка до 1000 В (заштрихованный сектор - нагрузка освещения)
- Электрическая нагрузка выше 1000 В
- $\frac{1210}{106}$ Расчетная кажущаяся мощность цеха, кВт
- $\frac{106}{106}$ Расчетная активная мощность освещения, кВт
- ЦН ● Центр электрических нагрузок завода

Номер цеха по плану	Наименование цеха
1	Литейная черных металлов
2	Литейная цветных металлов
3	Цех обработки блоков двигателей
4	Цех обработки поршней, шатунов и проч. деталей
5	Цех сборки и испытания двигателей
6	Штамповочный цех №1
7	Штамповочный цех №2
8	Цех производства мелких деталей
9	Сборочный цех №1
10	Сборочный цех №2
11	Ремонтно-механический цех

Рис.2.1 Генплан предприятия с картограммой нагрузок

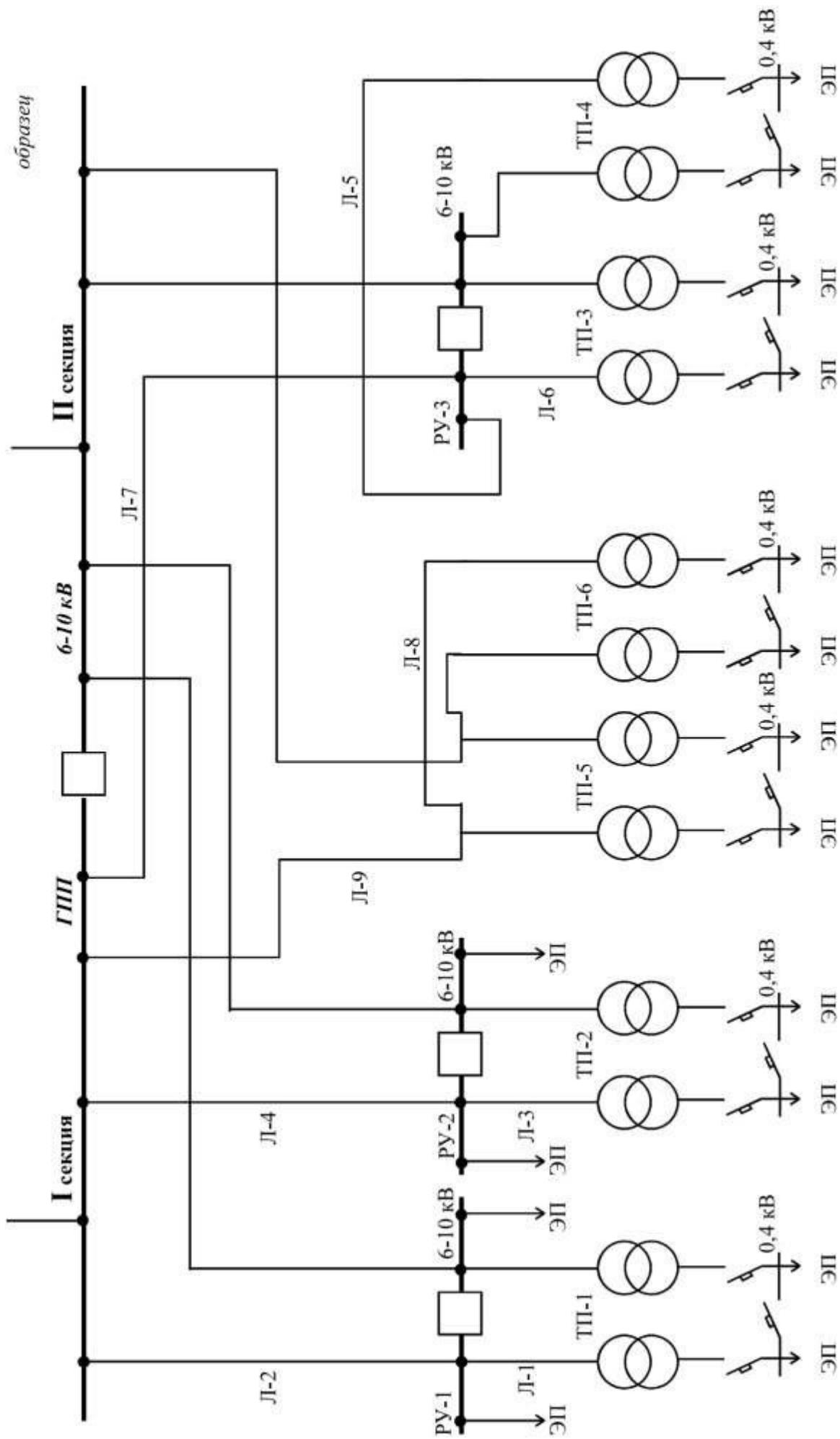


Рис.2.2 Схема питания цеховых подстанций и высоковольтных электроприемников. Кабели $U=6-10$ кВ прокладываются в траншеях.

расчетов в каждом отдельном случае повышает трудоемкость проектирования электроснабжения. Для удобства проектирования можно использовать следующие основные рекомендации по выбору напряжения.

Напряжение 35 кВ имеет экономические преимущества при передаваемой мощности не более 10 МВА.

Напряжение 110 кВ целесообразно применять при потребляемой промышленным предприятием мощности 10-150 МВА.

При мощностях, превышающих 120-150 МВА, для электроснабжения промышленных предприятий возможно применение напряжения 220 кВ.

Мощность трансформаторов на ГПП определяется по формуле:

$$S_{н.тр} = \frac{S_{р.ГПП}}{2 \cdot \beta_{\tau}} \quad (2.24)$$

где $S_{р.ГПП}$ - полная расчетная мощность предприятия со стороны высшего напряжения трансформаторов ГПП;

β_{τ} - коэффициент загрузки трансформаторов ГПП (принимается 0,7).

2 – число трансформаторов на ГПП.

Полученное значение $S_{н.тр}$ округляется до ближайшего большего стандартного значения.

С учетом того, что в нормальном режиме коэффициент загрузки трансформаторов ГПП принимается равным 0,7, в аварийном режиме любой из трансформаторов с учетом допустимой перегрузки (до 40 %) обеспечит полностью необходимую мощность завода, так как

$$S_{р.ГПП} < 1.4 S_{н.тр} \quad (2.25)$$

Питающие линии выполняются проводом АС. Выбор сечения провода производится по нагреву расчетным током:

$$I_p = \frac{S_{р.ГПП}}{2\sqrt{3}U_n} \quad (2.26)$$

В аварийном режиме:
$$I_{р.макс} = \frac{S_{р.ГПП}}{\sqrt{3}U_n} \quad (2.27)$$

Правильно выбранное сечение должно удовлетворять условиям:

$$1,3 \cdot I_{доп} \geq I_{р.макс} \quad (2.28)$$

где $I_{доп}$ - допустимый ток, А, для выбранного сечения.

Кроме этого, выбранное сечение провода проверяется:

- а) по условиям коронирования проводов;
- б) по условиям механической прочности;
- в) по допустимой потере напряжения:

$$l_{доп} = l_{\Delta U 1\%} \cdot \Delta U_{доп\%} \cdot k_s \geq l \quad (2.29)$$

где $l_{\Delta U 1\%}$ - длина линии при полной нагрузке на 1 % потери напряжения, км;

$\Delta U_{доп\%}$ - допустимая потеря напряжения, %;

$$\Delta U_{\text{дон}\%} = 5 \%, \quad \Delta U_{\text{дон.ас}\%} = 10 \%;$$

$$k_{\text{з}} = \frac{I_{\text{дон}}}{I_{\text{р}}} - \text{коэффициент загрузки линии};$$

$l_{\text{дон}}$ - допустимая длина линии, км;

l - фактическая длина линии, км.

2.6 Схема внутривзаводской сети 6-10 кВ

Распределительная сеть выше 1000 В по территории завода выполняется кабельными линиями, проложенными в траншеях.

Сечение кабельных линий выбирается по экономической плотности тока. Экономически целесообразное сечение F , мм², определяется из выражения:

$$F_{\text{эк}} = \frac{I_{\text{р}}}{j_{\text{эк}}}, \quad (2.30)$$

где $I_{\text{р}}$ - расчетный ток установки, А;

$j_{\text{эк}}$ - нормированное значение экономической плотности тока, А/мм², принимается по справочным данным.

Полученное сечение округляется до ближайшего стандартного сечения (см. табл.2.6). Расчетный ток должен соответствовать условиям нормальной работы, при его определении не следует учитывать увеличение тока при аварийных ситуациях. Расчетным током линии для питания цеховых трансформаторов, преобразователей, высоковольтных электродвигателей и трансформаторов электропечей является их номинальный ток, независимо от фактической загрузки.

Полученное по $j_{\text{эк}}$ сечение кабеля необходимо проверить на термическую стойкость при КЗ в начале линии. Термически стойкое сечение равно:

$$F_{\text{мин}} = \frac{\sqrt{B_k}}{C_{\text{т}}} \quad (2.31)$$

где $B_k = I_{\infty}^2 (t_{\text{отк}} + T_a)$ - тепловой импульс тока КЗ, А²с;

T_a - постоянная затухания апериодической составляющей тока КЗ, с;

$t_{\text{отк}} = t_1 + t_a$ - время отключения КЗ, с;

t_1 - время действия основной защиты, с;

t_a - полное время отключения выключателя, с;

$C_{\text{т}}$ - коэффициент, зависящий от допустимой температуры при КЗ и материала проводника

- для кабелей до 10 кВ с медными жилами $C_{\text{т}} = 141 \frac{\text{А} \cdot \text{с}^{1/2}}{\text{мм}^2}$;

- с алюминиевыми жилами $C_{\text{т}} = 85 \frac{\text{А} \cdot \text{с}^{1/2}}{\text{мм}^2}$.

(образец)

Сечения кабельных линий распределительной сети 6 - 10 кВ

Таблица 2.6

№	Номер линии	Назначение линии	Количество линий	Расчетная нагрузка на один кабель		длина линии l , км	Способ прокладки	Поправочный коэффициент	вкладыши кабеля	Марка и сечение кабеля, выбранного по условию допустимого нагрева S , мм ²	Допустимая нагрузка на один кабель		Примечание
				в нормальном режим I_p , А	в аварийном режиме I_m , А						в нормальном режим $I_{дон}$, А	в аварийном режиме $I_{дон}$, А	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1	Л-1	РУ-1 – ТП1	2	51	102	0,03	траншея	0,9	АСБ(3×25)	94,5	123		
2	Л-2	ГПП-РУ-1	2	107	214	0,09	траншея	0,8	АСБ(3×95)	180	294		
3	Л-3	РУ-2-ТП2	2	54	108	0,03	траншея	0,9	АСБ(3×25)	94,5	123		
4	Л-4	ГПП-РУ-2	2	92,5	185	0,3	траншея	0,8	АСБ(3×70)	152	198		
5	Л-5	РУ-3-ТП4	2	37	74	0,2	траншея	0,75	АСБ(3×16)	60	78		
6	Л-6	РУ-3-ТП3	2	41,5	83	0,03	траншея	0,9	АСБ(3×16)	72	93,5		
7	Л-7	ГПП-РУ-3	2	116	232	0,18	траншея	0,8	АСБ(3×95)	180	234		
8	Л-8	ТП5-ТП6	2	42,5	85	0,24	траншея	0,8	АСБ(3×16)	64	83		
9	Л-9	ГПП-ТП5	2	76	152	1,3	траншея	0,8	АСБ(3×35)	100	130		

2.7 Расчет токов короткого замыкания в сети выше 1000 В.

Все электрические аппараты и токоведущие части электрических установок должны быть выбраны таким образом, чтобы исключалось их разрушение при прохождении по ним наибольших возможных токов КЗ, в связи с чем возникает необходимость расчета этих величин.

Расчет токов КЗ ведем в относительных единицах. Для этого все расчетные данные приводят к базисному напряжению и базисной мощности.

Шкала $U_{\bar{o}}$: 230, 115, 37, 10.5, 6.3, 3.15, 0.69, 0.525, 0.4, 0.23 кВ

За базисную мощность $S_{\bar{o}}$ принимаем любое число, кратное 10.

Для расчета токов КЗ составляется расчетная схема – упрощенная однолинейная схема электроустановки, в которой учитывают все источники питания (п/ст энергосистемы, генераторы ТЭЦ), трансформаторы, воздушные и кабельные линии, реакторы.

По расчетной схеме составляется схема замещения, в которой указываются сопротивления всех элементов и намечаются точки для расчета токов КЗ.

Базисные сопротивления в относительных единицах определяются по следующим формулам:

1. сопротивление воздушных и кабельных линий

$$r_{\bar{o}^*} = r_0 l \frac{S_{\bar{o}}}{U_{\bar{o}}^2}; \quad (2.32)$$

$$x_{\bar{o}^*} = x_0 l \frac{S_{\bar{o}}}{U_{\bar{o}}^2} \quad (2.33)$$

где r_0 и x_0 - активное и индуктивное сопротивление линии на 1 км длины, Ом/км;

l – длина линии, км.

2. индуктивное сопротивление трансформатора

$$x_{\bar{o}^*} = \frac{U_k}{100} \frac{S_{\bar{o}}}{S_{n,тр}} \quad (2.34)$$

U_k - напряжение КЗ трансформатора, %.

3. индуктивное сопротивление реактора

$$x_{\bar{o}^*} = \frac{x_p}{100} \frac{I_{\bar{o}} \cdot U_n}{I_n \cdot U_{\bar{o}}} \quad (2.35)$$

x_p - сопротивление реактора, %.

$I_{\bar{o}} = \frac{S_{\bar{o}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{o}}}$ - базисный ток.

Для генераторов, трансформаторов, высоковольтных линий обычно учитываются только индуктивные сопротивления. При значительной протяженности сети (кабельной и воздушной) учитываются также их

активные сопротивления. Считается, что целесообразно учитывать активное сопротивление, если

$$r_{\Sigma} > \frac{x_{\Sigma}}{3} \quad \text{где } r_{\Sigma} \text{ и } x_{\Sigma} - \text{ суммарные активные и реактивные}$$

сопротивления до места КЗ.

Исходные параметры элементов схемы U_k, x_p, r_0, x_0 определяются по каталогам или справочникам [3,6].

Действующее значение установившегося тока КЗ:

$$I_k = I_{\infty} = \frac{I_{\sigma}}{Z_{\sigma^* \Sigma}} \quad \text{где } Z_{\sigma^* \Sigma} - \text{ полное сопротивление от источника}$$

питания до точки КЗ, выраженное в относительных единицах и приведенное к базисной мощности:

$$Z_{\sigma^* \Sigma} = \sqrt{r_{\sigma^* \Sigma}^2 + x_{\sigma^* \Sigma}^2}$$

Если активное сопротивление не учитывается, то $Z_{\sigma^* \Sigma} = x_{\sigma^* \Sigma}$

$$\text{Ударный ток КЗ } i_y = I_k \cdot \sqrt{2} \cdot k_y$$

где k_y - ударный коэффициент, который определяется по кривой [3].

В цепи, когда не учитывается активное сопротивление, $k_y = 1,8$.

По величине $I_k = I_{\infty}$ проверяют электрические аппараты и токоведущие части на термическую устойчивость.

По величине i_y проверяются аппараты на динамическую устойчивость.

2.8 Электроснабжение цеха

Электроснабжение цеха выполняется в следующей последовательности.

1. Приемники цеха распределяются по пунктам питания (силовым распределительным шкафам или шинопроводам), выбирается схема и способ прокладки питающей сети цеха (от ТП до пунктов питания). Принятая схема (радиальная, магистральная, смешанная) питающей сети должна обеспечивать требуемую степень надежности питания приемников и требуемую по технологическим условиям гибкость и универсальность сети в отношении присоединения новых приемников и перемещения приемников по площади цеха. Выбор способа прокладки питающей сети производится с учетом характера окружающей среды и возможных условий места прокладки. Исполнение силовых распределительных пунктов и шинопроводов должно также соответствовать характеру окружающей среды (см. рис.2.3).

2. Определяются расчетные электрические нагрузки по пунктам питания цеха (см. табл.2.7).

3. Производится выбор сечений питающей сети по длительно допустимой токовой нагрузке из условия нагрева и проверка их по потере

напряжения (см. табл.2.8).

4. Производится выбор силовой распределительной сети и аппаратов защиты и управления цеха (табл.2.9).

5. Для участка цеховой сети (от вводного автомата на подстанции до самого мощного или наиболее удаленного электроприемника) строится карта селективности действия аппаратов защиты (рис.2.4).

6. Производится расчет питающей и распределительной сети по условиям допустимой потере напряжения и построения эпюры отклонений напряжения для цепочки линий от шин ГПП до зажимов одного наиболее удаленного от цеховой ТП или наиболее мощного электроприемника для режимов максимальной и минимальной нагрузок, а в случае двухтрансформаторной подстанции и послеаварийного (рис.2.5).

7. Производится расчет токов короткого замыкания для участка цеховой сети от ТП до наиболее мощного электроприемника цеха. Полученные данные наносятся на карту селективности действия аппаратов защиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Энергоатомиздат, 1995
2. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1986
3. Справочник по проектированию электроснабжения /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990 (Электроустановки промышленных предприятий /Под общей ред. Ю.Н. Тищенко и др.)
4. Справочник по проектированию электрических сетей и электрооборудования /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1991 (Электроустановки промышленных предприятий /Под общ. ред. Ю.Н. Тищенко и др.)
5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию в 2-х т. /Под общ. ред. А.А. Федорова Т1 Электроснабжение – М.: Энергоатомиздат, 1986
6. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию в 2-х т. /Под общ. ред. А.А. Федорова Т2 Электрооборудование – М.: Энергоатомиздат, 1987
7. Каменев В.Н. Чтение схем и чертежей электроустановок. – М.: Высшая школа, 1986.
8. Александров К.К., Кузьмина Е.Г. Электротехнические чертежи и схемы. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 288 с.: ил.

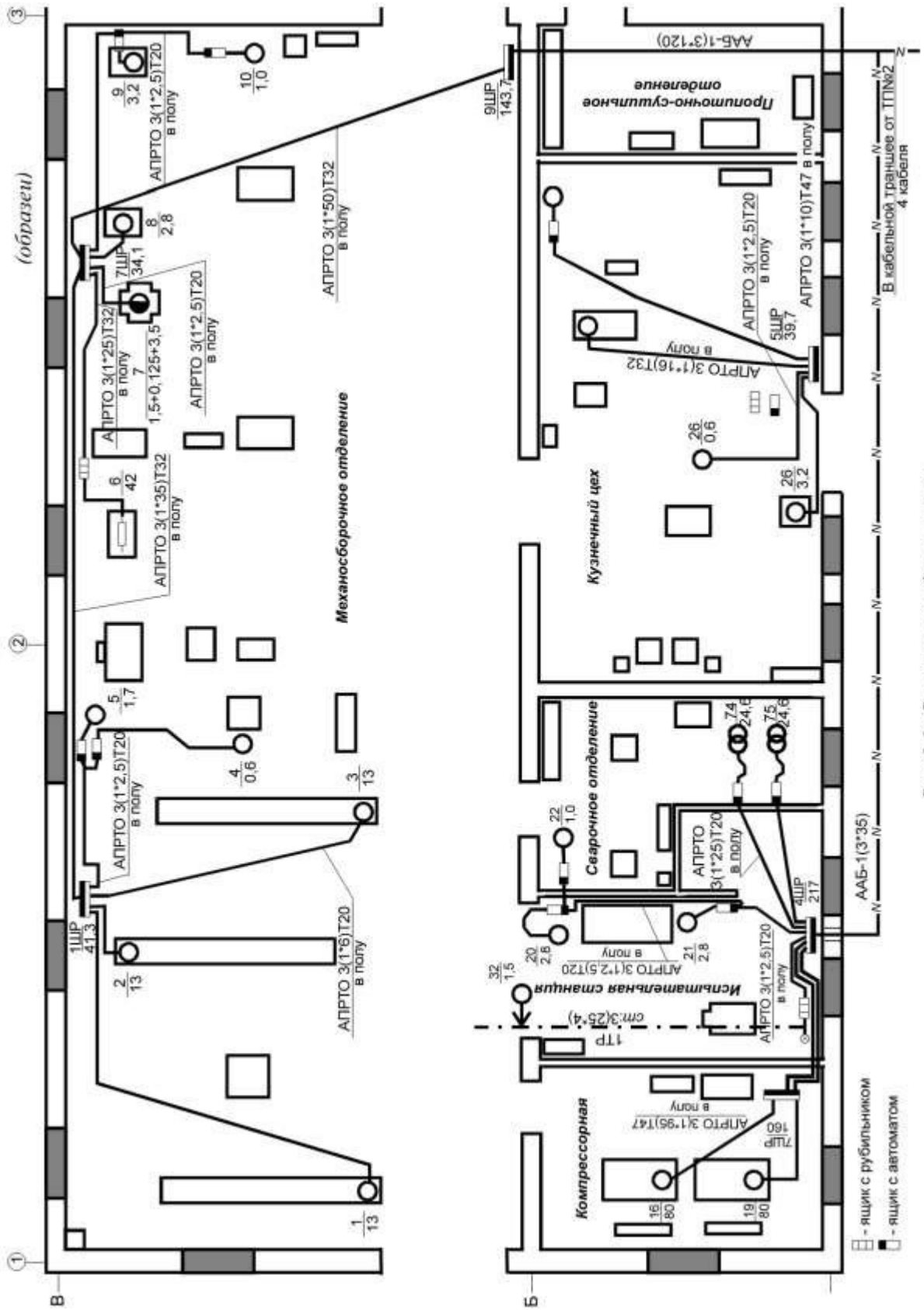


Рис. 2.3 Схема силовой сети цеха

(образец)

Расчетные нагрузки по пунктам питания цеха

Таблица 2.7

№ п/п	Питающие магистрали и группы электроприемников	Количество ЭП <i>n</i>	Установленная мощность, приведенная к ПВ=100%, кВт		$m = P_{наимк} / P_{наин}$	Коэффициент использования $K_{и}$	cosφ / tgφ	Средняя нагрузка за максимально загрузочную смену		Эффективное число электроприемников $n_{э}$	Коэффициент максимума $K_{м}$	Максимальная нагрузка	
			$P_{и}$ одного ЭП (наименьшего, наибольшего),	$P_{и}$ общая				$P_{см} = K_{и} P_{и}$, кВт	$Q_{см} = P_{см} tgφ_{см}$, кВар			$P_{м} = K_{м} P_{см}$, кВт	$Q_{м} = Q_{см}$ при $n_{э} > 10$, $Q_{м} = 1,1 Q_{см}$ при $n_{э} \leq 10$, кВар
Шкаф распределительный ШР-1													
	Группа А –станки разные № 25,26,27,28,29,30	6	12-22	102	-	0,14	0,5/1,73	14,28	24,7	-	-	-	-
	Итого по группе А	6	12-22	102	<3	0,14	-	14,28	24,7	6	2,72	38,8	27,2
	Группа Б –вентилятор №39	1	10	10	-	0,65	0,8/0,75	6,5	4,9	-	1,0	6,5	4,9
	Итого по ШР-1	7	10-22	112	-	-	-	20,8	29,6	-	-	45,3	32,1
	Шкаф распределительный ШР-2												
	Группа А –станки разные №31,32,33,34,35,36	6	20	120	-	0,14	0,5/1,73	16,8	29,1	-	-	-	-
	Кран-балка ПВ=100%. №40	1	19	19	-	0,15	0,5/1,73	2,9	4,9	-	-	-	-
	Итого по ШР-2	7	19-20	139	<3	0,14	-	19,7	34	7	2,56	50,4	37,4
	Шинопровод ШРА-1												
	Группа А -станки разные №1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11 пресс №12	11	10-30	206	-	0,14	0,5/1,73	28,84	49,9	-	-	-	-
	Итого по группе А	12	10-46	252	>3	0,15	-	38,04	62,1	9	2,2	83,7	62,1
	Группа Б - вентилятор №38	1	10	10	-	0,65	0,8/0,75	6,5	4,9	-	1,0	6,5	4,9
	Итого по ШРА-1	13	10-46	262	-	-	-	44,54	67	-	-	90,2	67
	Шинопровод ШРА-2												
	Группа А –станки разные №14,15,16,17,18,19,20,21,22,23 станок с ЧПУ №13 пресс №14	10	10-23	148	-	0,14	0,5/1,73	20,72	35,85	-	-	-	-
	Итого сил. нагрузка по ШРА-2	12	10-60	237	>3	0,16	-	39,1	59,31	8	2,25	88,0	59,31
	Электрическое освещение	-	-	14	-	0,85	-	11,9	-	-	-	11,9	-
	Итого по ШРА-2	12	-	251	-	-	-	51	-	-	-	99,9	59,31
	Итого по ШРА-1	13	-	262	-	-	-	51	-	-	-	99,9	59,31
	Итого по ШРА-2	12	-	251	-	-	-	51	-	-	-	99,9	59,31
	Итого по ШРА-1 и ШРА-2	25	-	513	-	-	-	102	137	17	4,75	190,1	116,3

(продолжение)

Сечения линий питающей сети цеха

Таблица 2.8

№ п/п	№ участка (линии)	Назначение участка (линии) питающей сети	Расчетная нагрузка S_p , кВА	Расчетный ток I_p , А	Длина линии L , км	Способ прокладки	Коэффициент прокладки, K_p	Видка кабеля, тип шинного поста	Сечение, выбранное по условиям допустимого нагрева $S_{доп}$, мм ²	Длина линии L , км	Температура для $S_{доп}$	Сечение, выбранное по условиям допустимой потери напряжения $S_{доп}$, мм ²	Сред	Потери напряжения на 1 км, ΔU , %	Расчетные потери напряжения ΔU , %	Принятое сечение и марка участка питающей сети
1	Л-1	КТП-ТП	130	200	0,2	в траншее	0,9	АСБ	(3х20+1х85)	243	2(3х120+1х85)	0,9	2(3х120+1х85)	0,12	2,5	АСБ-2(3х120+1х85)
2	Л-2	ТП-ШРА	87,5	133	0,012	на стене на столбах	-	АНРГ	(3х70+1х25)	155	(3х70+1х25)	0,9	(3х70+1х25)	0,2	0,32	АНРГ(3х70+1х25)
3	Л-3	ШРА-ШР1	13,7	20,8	0,004	на стене на столбах	-	АНРГ	(3х6+1х4)	35	(3х6+1х4)	-	(3х6+1х4)	-	-	АНРГ(3х6+1х4)
4	Л-4	ШРА-ШР2	65,5	99,4	0,012	на стене на столбах	-	АНРГ	(3х50+1х16)	120	(3х50+1х16)	-	(3х50+1х16)	-	-	АНРГ(3х50+1х16)
5	Л-5	ШР2-ШР3	40,2	62	0,005	на стене на столбах	-	АНРГ	(3х25+1х10)	80	(3х25+1х10)	-	(3х25+1х10)	-	-	АНРГ(3х25+1х10)
6	Л-6	ШР3-ШР4	20,3	31	0,007	на стене на столбах	-	АНРГ	(3х6+1х4)	35	(3х6+1х4)	-	(3х6+1х4)	-	-	АНРГ(3х6+1х4)
7	Л-7	ТП-ШР5	57	57	0,015	на стене на столбах	-	АНРГ	(3х16+1х10)	60	(3х16+1х10)	-	(3х16+1х10)	-	-	АНРГ(3х16+1х10)
8	Л-8	Шиннопровод (ШРА)	87,5	133	0,04	вдоль стены на кронштейнах	-	ШРА7-250	-	250	-	-	-	-	-	ШРА7-250

(образец)
Таблица 2.9

Силовая и распределительная сеть и аппаратура защиты и управления цеха

№ линии, отход. от ШР	Предохранитель		Проводка и пускатель			Пускатель		Ответвление к приемнику			Приемник		
	Тип	Тип, А/ Инвст, А	Марка, сечение, мм ²	Способ прокладки	Длина, м	Тип	Ин, А	Марка, сечение, мм ²	Способ прокладки	Длина, м	№ по плану цеха	Наименование производствен- ного механизма	Номиналь- ная мощность, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	ПН-2	100/30	АНРГ (3×2,5)	по стене на скобах	12	ПМЛ-1200	10	АПВ-3(1×2,5)	в полу Т.15	3	29	Трубогибочный станок	4,5
2	ПН-2	100/40	АНРГ (3×4)	по стене на скобах	5	ПМЛ-2200	25	АПВ-3(1×4)	в полу Т.15	3	31	Станок для отрезки труб	10
3	ПН-2	100/30	АНРГ (3×4)	по стене на скобах	15	ПМЛ-2200	25	АПВ-3(1×4)	в полу Т.15	3	30	Электрическая печь	15
4	ПН-2	100/30	АНРГ (3×4)	по стене на скобах	18	ПМЛ-2200	25	АПВ-3(1×4)	в полу Т.15	3	32	Электрическая печь	15
5	ПН-2	60/30	АНРГ (3×4)	по стене на скобах	17	ПМЛ-2200	25	АПВ-3(1×4)	в полу Т.15	3	33	Пресс- ножницы	10
6	ПН-2	60/30	АНРГ (3×2,5)	по стене на скобах	12	ПМЛ-1200	10	АПВ-3(1×2,5)	в полу Т.15	3	34	Вертикально- сверильный станок	4,5
7	ПН-2	60/30	АНРГ (3×2,5)	по стене на скобах	12	ПМЛ-1200	10	АПВ-3(1×2,5)	в полу Т.15	3	35	Вентилятор	4,5
8	ПН-2	60/30	АНРГ (3×2,5)	по стене на скобах	16	ПМЛ-1200	10	АПВ-3(1×2,5)	в полу Т.15	3	36	Точильный станок	4,5

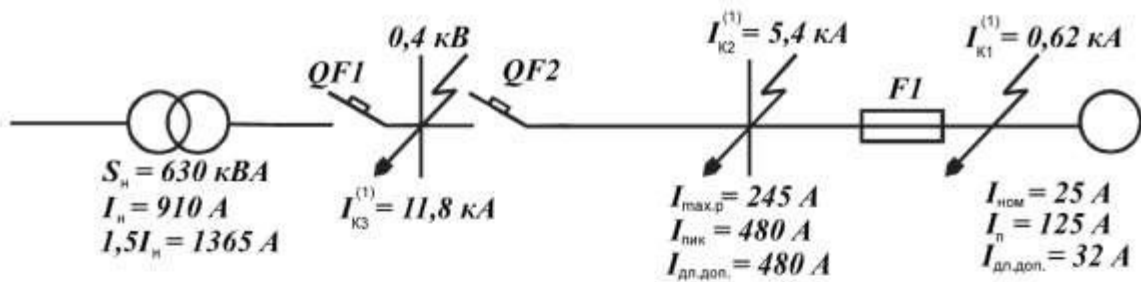


Табл. Цепочки защит для построения карты селективности

Тип аппарата	ВА55-43	ВА52-39	ПН-2-100
$I_{ном}$	1600	630	100
Условия срабатывания по току, А:			
при перегрузке	1600	250	-
при КЗ	8000	2500	80
Условия срабатывания по времени, с:			
при КЗ	0,1	0,015	0,005

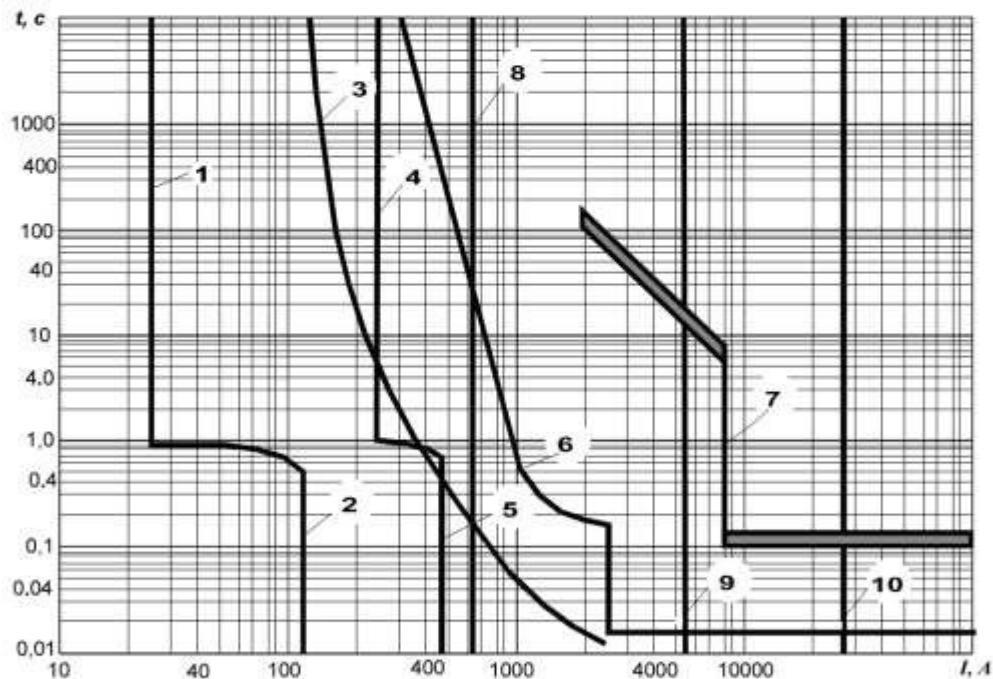


Рис.2.4 Карта селективности действия защиты в установках до 1000 В

- 1- номинальный ток двигателя;
- 2- пусковой ток двигателя;
- 3 – защитная характеристика плавкой вставки 80 А предохранителя ПН2-100
- 4,5 – номинальный расчетный и пиковый ток присоединения;
- 6 – характеристика автомата ВА52-39;
- 7 – характеристика автомата ВА55-43;
- 8,9,10 – токи КЗ в точках, указанных на рис.

Титульный лист РПЗ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ

Обучающегося **Иванова Ивана Ивановича**, уч. шифр **111222**

Наименование

кафедры Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления

Направление

Подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) Электроснабжение

Тема выпускной квалификационной работы:

Разработка системы электроснабжения механического завода

Обучающийся _____ / ФИО/

Руководитель _____ / ФИО по приказу/

Консультанты:

по организации производства и экономике _____ /ФИО по приказу/

по БЖД и экологии _____ /ФИО по приказу/

по нормоконтролю _____ /ФИО по приказу/

Допустить выпускную квалификационную работу к защите
При Государственной экзаменационной комиссии

Зав. кафедрой ИТЭСУ _____ / Тогузов С.А. /

Чебоксары 2021

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой ИТЭСУ

наименование

_____ Тогузов С.А.

подпись

ФИО

«_____» _____ 2021 г.

Обучающегося	Александровой Татьяны Анатольевны , уч. шифр 216168
Наименование кафедры	Информационных технологий, электроэнергетики и систем управления
Направление подготовки	13.3.2 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль)	Электроснабжение

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу обучающегося

Александровой Татьяны Анатольевны

ФИО

1. Тема ВКР: **Разработка системы электроснабжения механического завода**
2. Сроки сдачи обучающимся законченной ВКР «_____» _____ 2020 г.
3. Исходные данные к ВКР: генеральный план с указанием электрических нагрузок
4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов):
На основе исходных данных выполнить расчет электрических нагрузок, выбрать число и мощность трансформаторов, проработать вопрос компенсации реактивной мощности, выбрать схему электроснабжения на основании технико-экономического расчета, провести расчет токов короткого замыкания и осуществить обоснование электрических аппаратов и проводников, рассмотреть вопросы релейной защиты элементов сети, а также безопасности и экологичности данной работы.
5. Перечень графического материала с точным указанием обязательных чертежей:
 - Титульный лист -1 лист.
 - Генеральный план завода -1 лист.
 - Варианты схем электроснабжения -1 лист.
 - Однолинейная схема электроснабжения завода -1 лист.
 - Схема релейной защиты – 1 лист.
6. Консультанты по выпускной квалификационной работе, с указанием

относящихся к ним разделов:

№ п / п	Наименование раздела	Консультант	Подпись, дата	
			задание выдал	задание принял
1	Анализ исходных данных и теоретические аспекты проектировщика	По приказу		
2	Расчеты электрических нагрузок	По приказу		
3	Выбор схемы электроснабжения предприятия, технико-экономические возможных вариантов	По приказу		
4	Расчет токов короткого замыкания, выбор аппаратуры и токоведущих частей	По приказу		
5	Релейная защита	По приказу		
6	Безопасность и экологичность разработки	Агафонов А.В.		

7. Календарный план

№ п/ п	Этапы выпускной квалификационной работы	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ исходных данных и теоретические аспекты проектировщика	29.12.2020	
2	Расчеты электрических нагрузок	03.01.2020	
3	Выбор схемы электроснабжения предприятия, технико-экономические возможных вариантов		
4	Расчет токов короткого замыкания, выбор аппаратуры и токоведущих частей	17.01.2020	
5	Релейная защита		
6	Безопасность и экологичность разработки	24.02.2020	

Дата выдачи задания «___» _____ 2021 г.

Руководитель

подпись

По приказу

ФИО

Задание принял к исполнению

подпись

Александрова Т.А.

ФИО

СПРАВКА

Выпускная квалификационная работа на тему: Разработка системы электроснабжения механического завода выполнена мною лично.

Материалов и сведений, не подлежащих опубликованию в открытой печати, в выпускной квалификационной работе и в пояснительной записке не содержится.

Обучающийся

подпись

Александрова Т.А.

ФИО

Руководитель ВКР

подпись

По приказу

ФИО

«_____» _____ 2021 г.

Библиографическое описание

Элементы библиографического описания приводятся в строго установленной последовательности и отделяются друг от друга условными разделительными знаками. До и после условных знаков ставится пробел в один печатный знак. Исключение составляют (.) и (,). В этом случае пробелы применяют только после них.

Схема описания книги:

Заголовок (*Ф. И. О. автора*). Основное заглавие: сведения, относящиеся к заглавию (*сб. ст., учебник, справочник и др.*) / сведения об ответственности (*авторы, составители, редакторы и др.*). – Сведения о переиздании (*2-е изд, перераб. и доп.*). – Место издания (*город*): Издательство, год издания. – Объем (*кол-во страниц*).

Примеры библиографического описания

I. Описание книг

1. Книги одного, двух или трех авторов описываются под фамилией первого автора:

книга одного автора:

Чалдаева, Л. А. Экономика предприятия : учебник для бакалавров / Л. А. Чалдаева.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Юрайт, 2013.—411 с.

книга двух авторов:

Нехаев, Г. А. Металлические конструкции в примерах и задачах: учеб. пособие / Г. А. Нехаев, И. А. Захарова.— М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2010.— 144 с.

книга трех авторов:

Акимов, А. П. Работа колес: монография / А. П. Акимов, В. И. Медведев, В. В. Чегулов.— Чебоксары: ЧПИ (ф) МГОУ, 2011.— 168 с.

Книги четырех и более авторов указываются под заглавием (названием) книги. После названия книги, за косой чертой пишется фамилия одного автора и вместо следующих фамилий слово — [и др.].

Информационно-измерительная техника и электроника : учебник / Г. Г. Раннев [и др.]; под ред. Г. Г. Раннева.— 3-е изд., стереотип.—М.:

Академия, 2009.— 512 с.

Книги с коллективом авторов, или в которых не указан автор, указываются под заглавием (названием) книги. За косой чертой пишется фамилия редактора, составителя или другого ответственного лица.

Анализ и диагностика финансово-хозяйственной деятельности предприятия: учебник / под ред. В. Я. Позднякова.— М.: Инфра-М, 2010.—617 с.

II. Описание статьи из журнала

При описании статей из журналов указываются автор статьи, ее название, затем, за двумя косыми чертами указывают название журнала, в котором она опубликована, год, номер, страницы, на которых помещена статья.

статья одного автора:

Леденева, Г. Л. К вопросу об эволюции в архитектурном творчестве / Г. Л. Леденева // Промышленное и гражданское строительство.—2009.— № 3.— С. 31–33.

статья двух авторов:

Шитов, В. Н. Комплексный подход к анализу конкурентоспособности предприятия [Текст] / В. Н. Шитов, О. Ф. Цымбалист // Экономический анализ: теория и практика.— 2014.— № 13. - С. 59–63.

статья трех авторов:

Зацепин, П. М. Комплексная безопасность потребителей эксплуатационных характеристик строений / П. М. Зацепин, Н. Н. Теодорович, А. И. Мохов // Промышленное и гражданское строительство. – 2009.— № 3.— С. 42.

статья четырех и более авторов:

Опыт применения специальных технологий производства работ по устройству ограждающих конструкций котлованов / С. С. Зуев [и др.] // Промышленное и гражданское строительство.— 2009.— № 3.— С. 49-50.

III. Описание статьи из книг и сборников

статья из книги одного автора:

Каратуев, А. Г. Цели финансового менеджмента / А. Г. Каратуев // Финансовый менеджмент: учебно-справочное пособие / А. Г. Каратуев.— М., 2001.— С. 207–451.

статья из книги двух авторов:

Безуглов, А. А. Президент Российской Федерации / А. А. Безуглов // Безуглов А. А. Конституционное право России: учебник для юридических вузов (полный курс): в 3-х т. / А. А. Безуглов, С. А. Солдатов.— М., 2001.— Т. 1.— С. 137–370.

статья из книги трех и более авторов:

Григорьев В. В. Торги: разработка документации: методы проведения / В. В. Григорьев // Григорьев В. В. Управление муниципальной недвижимостью: учебно-практическое пособие / В. А. Григорьев, М. А. Батурин, Л. И. Мишарин.— М., 2001.— С. 399–404.

Маркетинговая программа в автомобилестроении (ОАО «АвтоВАЗ») // Российский маркетинг на пороге третьего тысячелетия: практика крупнейших компаний / А. А. Браверман [и др.]; под ред. А. А. Бравермана.— М., 2001.— Гл. 4.— С. 195–272: табл.

статья из сборника научных трудов:

Данилова, Н. Е. Моделирование процессов в следящем приводе с исполнительным двигателем постоянного тока при независимом возбуждении / Н. Е. Данилова, С. Н. Ниссенбаум // Инновации в образовательном процессе: сб. тр. науч.-практич. конф.— Чебоксары: ЧПИ (ф) МГОУ, 2013.— Вып. 11. - С. 158–160.

IV. Описание официальных изданий

Конституция Российской Федерации : принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года.— М.: Эксмо, 2013.— 63 с.

Уголовный кодекс Российской Федерации. Официальный текст: текст Кодекса приводится по состоянию на 23 сентября 2013 г.— М.:Омега-Л, 2013.— 193 с.

О проведении в Российской Федерации года молодежи : указ Президента Российской Федерации от 18.09.2008 г. № 1383 // Вестник образования России.— 2008.— № 20 (окт.). - С. 13–14.

V. Описание нормативно-технических и технических документов

ГОСТ Р 517721–2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. — Введ. 2002-01-01.— М.: Изд-во стандартов, 2001.— 27 с.

или

Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединения. Технические требования: ГОСТ Р 517721–2001. -Введ. 2002-01-01.— М.: Изд-во стандартов, 2001.— 27 с.

Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК7 Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И.; заявителя патентообладателя Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи.— № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).— 3 с.

VI. Описание электронных ресурсов

диск

Даль, В. И. Толковый словарь живого великого языка Владимира Даля [Электронный ресурс] / В. И. Даль; подгот. по 2-му печ. изд. 1880–1882 гг. – Электрон. дан. – М.: АСТ, 1998. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

электронный журнал

Краснов, И. С. Методологические аспекты здорового образа жизни россиян [Электронный ресурс] / И. С. Краснов // Физическая культура: науч.-метод. журн. – 2013.— № 2. – Режим доступа: <http://sportedu.ru>. – (Дата обращения: 05.02.2014).

сайт

Защита персональных данных пользователей и сотрудников библиотеки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nbrkomi.ru>. – Заглавие с экрана. – (Дата обращения: 14.04.2014).

Конструкции стальные строительные. Общие технические требования [Электронный ресурс]: ГОСТ 23118–2012. – Введ. 2013-07-01.—Режим доступа: Система Кодекс-клиент.

Об утверждении образца формы уведомления об обработке персональных данных [Электронный ресурс]: приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций от 17 июля 2008 г. № 08 (ред. от 18 февраля 2009 г. № 42). – Режим доступа: Система Гарант

Библиографические ссылки

Библиографическая ссылка — совокупность библиографических сведений о цитируемом, рассматриваемом или упоминаемом в текstdокумента другом документе. Библиографическая ссылка является частью справочного аппарата документа и служит источником библиографической информации о документах —

объектах ссылки.

Ссылки составляют по ГОСТу Р 7.05–2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления»

По месту расположения в документе различают библиографические ссылки: внутритекстовые, помещенные в тексте документа; подстрочные, вынесенные из текста вниз полосы документа (в сноску); затекстовые, вынесенные за текст документа или его части (в выноску).

ГОСТ 7.1–2.2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание: Общие требования и правила составления».

ГОСТ Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила

ГОСТ Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления.

Внутритекстовые ссылки. Внутритекстовая библиографическая ссылка содержит сведения об объекте ссылки, не включенные в текст документа. Внутритекстовую ссылку заключают в круглые скобки. Например: (*Экономика машиностроительного производства / Зайцев В. А. [и др.] — М.: Изд-во МГИУ, 2007*). После использования ссылки, цитаты и т. п. в круглых скобках указываются лишь выходные данные и номер страницы. Например: *Культура Западной Европы в эпоху Раннего и Классического Средневековья подробно рассмотрена в книге “Культурология. История мировой культуры” под ред. А. Н. Марковой (М., 1998).*

Подстрочные ссылки располагаются в конце каждой страницы. В этом случае для связи с текстом используются знаки в виде звездочки или цифры. Например: В тексте: *Дошедшие до нас памятники, чаще всего представлены летописными сводами**

В сноске: _____

* *Культурология. История мировой культуры. М., 1998. ° С. 199.* или

* *Культурология. История мировой культуры. — М., 1998. — С. 199.*

Повторяющиеся сведения. Если в повторяющихся библиографических записях совпадают сведения, то во 2-ой и последних записях заменяют словами –То же, –Там же.

Затекстовые ссылки оформляются как перечень библиографических записей, помещенных после текста документа или его составной части. Связь библиографического списка с текстом может осуществляться по номерам записей в списке. Такие номера в тексте работы заключаются в квадратные [] скобки, через запятую указываются страницы, где расположена цитата. Цифры в них указывают, под каким номером следует в библиографическом списке искать нужный документ. Например: [34,° С.78]

При подготовке рекомендации использовались следующие стандарты:

ГОСТ Р 7.05–2008 Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления

Рекомендуемая литература / год издания литературы для выпускников 2015 года не позже 2005 года):

Правила устройства электроустановок. 7-е издание, 2006 г. – 608 с.

Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. – 5-е изд., стер. – Спб. : БВХ- Петербург, 2013. – 608 с.: илл. – (Учебная литература для вузов)

Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения: Справочные материалы по электрооборудованию. Учебное пособие. г. Томск, 2005 г. – 180 с.

Справочник по проектированию электроснабжения. Под ред. Барыбина Ю.Г. и др. – М.: 1991 г. - 576 с.

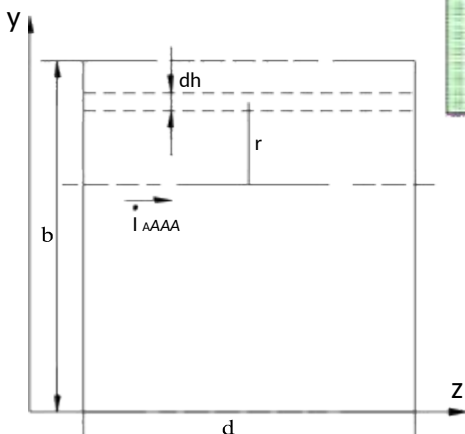
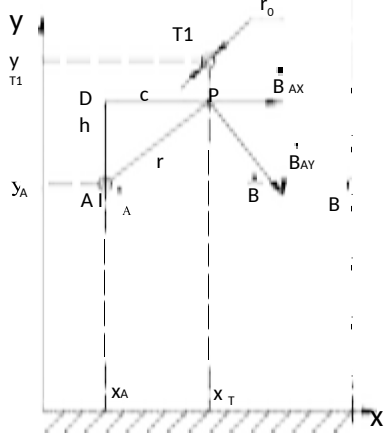
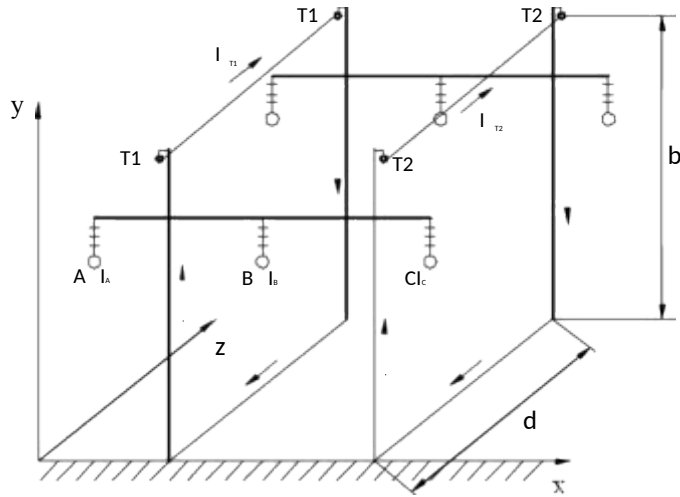
ГОСТ Р 21.1101 – 2009. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М.: Стандартинформ, 2009. – 47 с.

СТО 56947007 – 29.240.30.010 – 2008. Стандарт организации ОАО «ФСК ЕЭС». Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35 – 750 кВ. Типовые решения. – ОАО «ФСК ЕЭС», 2007 – 131 с.

СТО 56947007 – 29.240.30.047 – 2010. Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 35 – 750 кВ. – ОАО «ФСК ЕЭС», 2010 – 127 с.

Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. –М. Издательство ДЕАН, 2014. – 176 с.

Расчет напряженности магнитного поля вблизи ЛЭП с учетом влияния грозозащитного троса

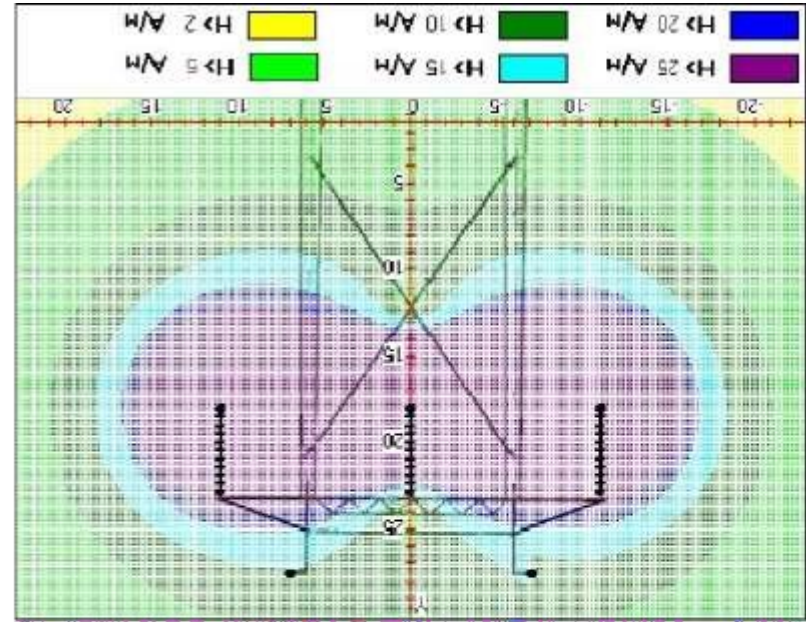


$$L \approx \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \cdot dl}{r} \approx \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \cdot dl}{\sqrt{r_0^2 + (b-D)^2}}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \beta} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \cdot dl}{r_0^2 + (b-D)^2}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \delta} = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \cdot dl}{r_0^2 + (d-D)^2}$$

$$L = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \cdot dl}{r_0^2 + (b-D)^2} + \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{I \cdot dl}{r_0^2 + (d-D)^2}$$

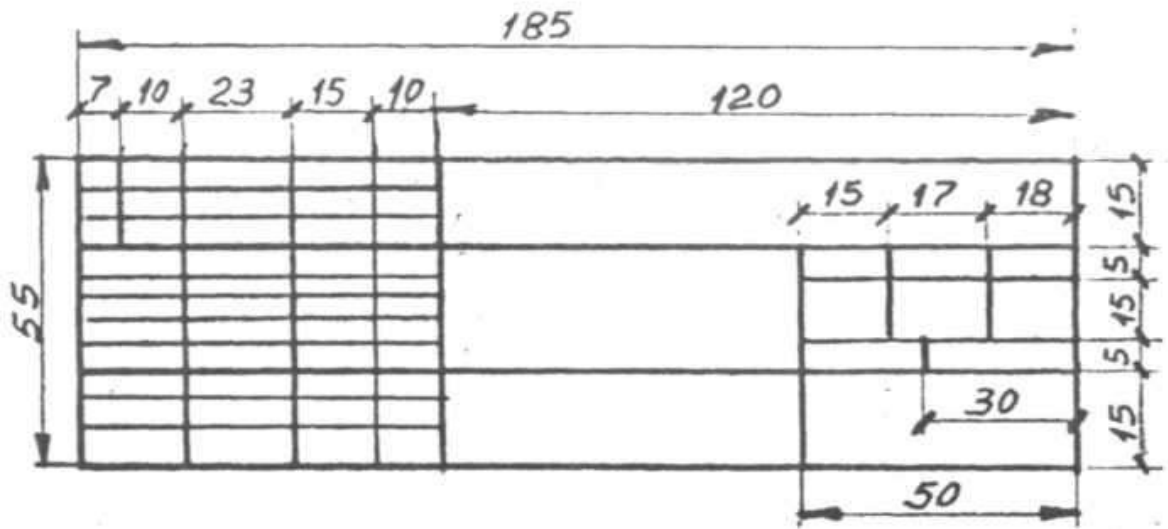


$$d\Phi = \int_{\Sigma} B \cdot d\Sigma = \int_{\Sigma} B_{\xi} \cdot \delta \cdot d\eta$$

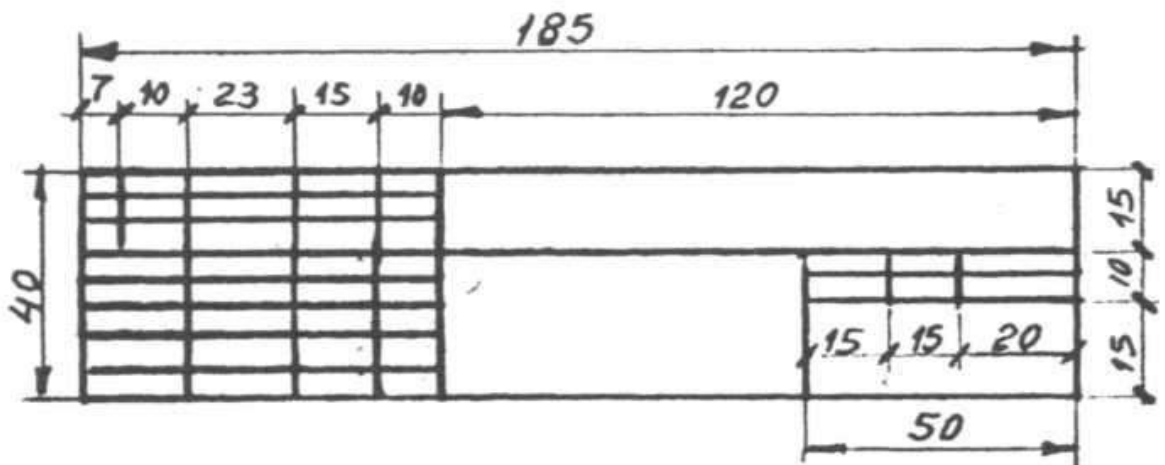
$$L = -j \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{i=1}^N I_i \int_{\Sigma} \frac{d\eta}{r_i} \ln \left| \frac{(\xi - \xi_i)^2 + (\eta - \eta_i)^2}{(\xi - \xi_i)^2 + (\eta - \eta_i)^2} \right|$$

$$L = \frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{i=1}^N I_i \int_{\Sigma} \frac{d\eta}{r_i} \ln \left| \frac{(\xi - \xi_i)^2 + (\eta - \eta_i)^2}{(\xi - \xi_i)^2 + (\eta - \eta_i)^2} \right|$$

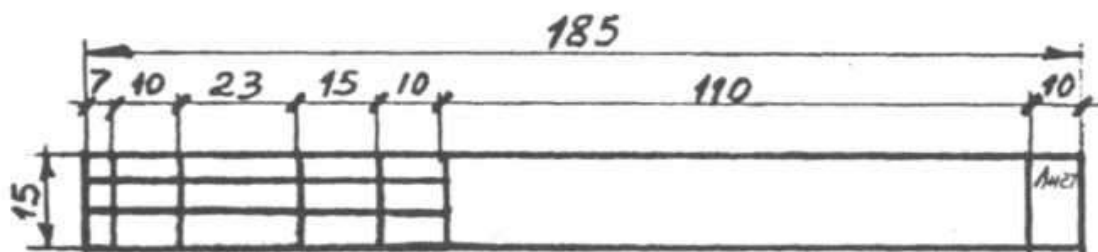
Типы и размеры угловых штампов



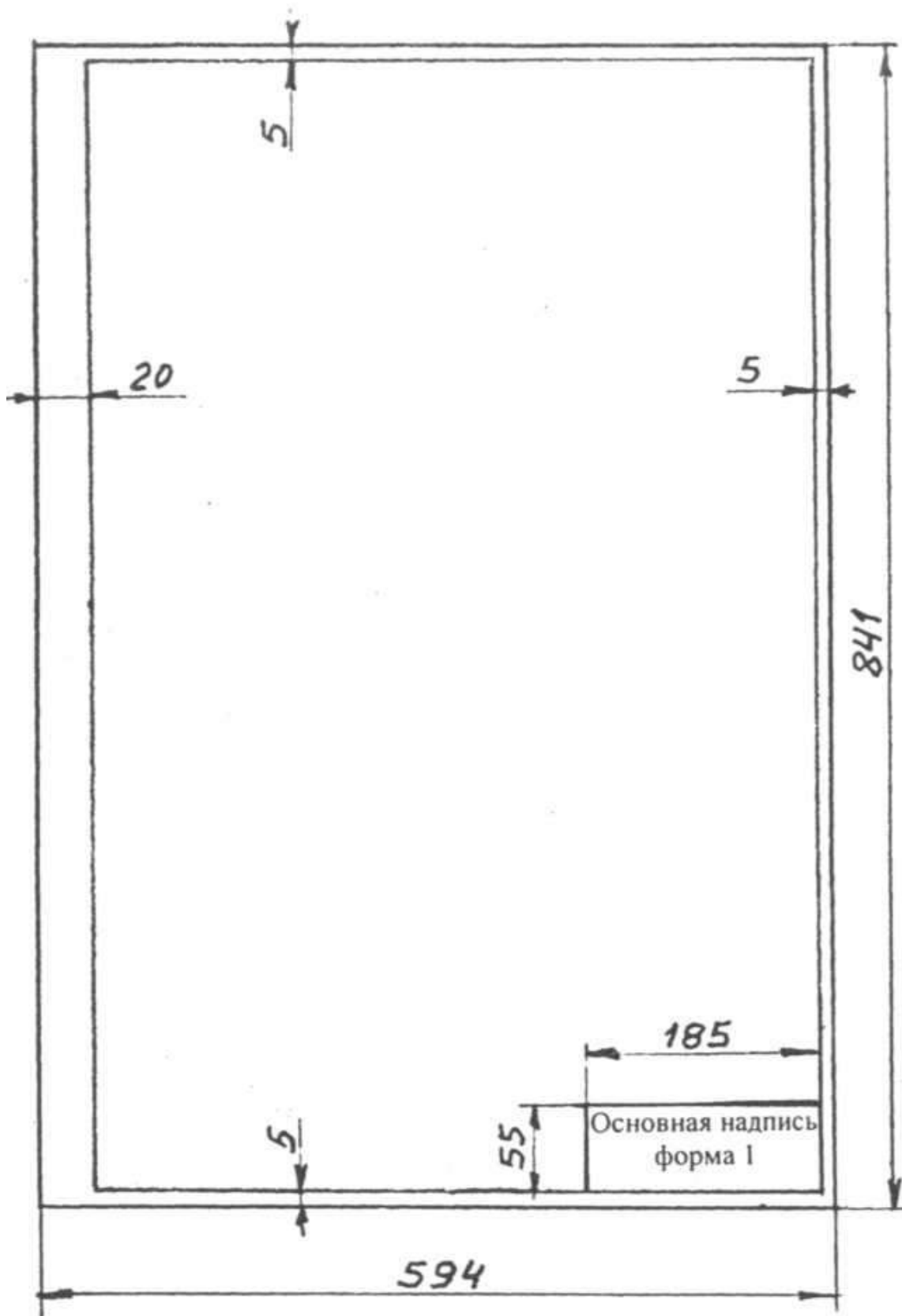
а) форма 1 (первые листы чертежей).



б) форма 2 (первые листы текстовых документов).



в) форма 2а (последующие листы текстовых документов)



Примеры оформления ссылок в списке литературы**Книги с одним автором**

- 1 Балабанов, В. И. Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. - М.: Эксмо, 2009. - 247 с.: ил.
- 2 Новгородцев, А. Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: учеб. пособ. / А. Б. Новгородцев. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2006. - 578 с. : ил.
- 3 Раннев, Г. Г. Измерительные информационные системы : учебник / Г. Г. Раннев. - М. : Академия, 2010. - 331 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование).

Книги с двумя авторами

- 4 Гаврилов, М. В. Информатика и информационные технологии : учебник для бакалавров / М. В. Гаврилов, В. А. Климов. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2013. - 379 с.: ил. - (Бакалавр. Базовый курс).
- 5 Медведев, М. Ю. Программирование промышленных контроллеров : учеб. пособ. / М. Ю. Медведев, В. Х. Пшихопов. - СПб.: Лань, 2011. - 288 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

Книги трех авторов

- 6 Бахвалов, Н.С. Численные методы : учеб. пособ. для вузов / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М Кобельков. – 3-е изд., перераб. и доп. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 640 с.: ил.

Книги четырех и более авторов

- 7 Интеллектуальные системы управления организационно-техническими системами / А. Н. Антамошин [и др.]; под ред. А. А. Большакова. - М. : Горячая линия - Телеком, 2006. - 160 с. : ил.
- 8 Информатика : учебное пособие / С. А. Жданов [и др.]; под ред. В. Л. Матросова. - М.: Академия, 2012. - 329 с.: ил. - (Бакалавриат).

Книги, описанные под заглавием

- 9 Информатика. Базовый курс : учебник / ред. С. В. Симонович. - 2-е изд. - СПб. : Питер, 2009. - 639 с.: ил. - (Учебник для вузов)
 Как жить в России без проблем. Справочник для всех / сост. П. П. Лисовский. - СПб.: ВЕСЬ, 2003. - 224 с.

Словари и энциклопедии

- 10 Математика : энциклопедия / под ред. Ю. В. Прохорова. - М. : Большая Российская Энциклопедия, 2003. - 845 с.: ил.

11 Теория автоматического управления : словарь / под общ. ред. В. Е. Кемерова, Т. Х. Керимова. - М.: Академический Проект, 2003. - 588 с.

12 Философия: энциклопедический словарь / А. И. Абрамов [и др.]; под ред. А. А. Ирвина. – М.: Гардарики, 2004. – 1072 с. – (Enciclopedia).

Статьи из сборников

13 Бакаева, О. Ю. Таможенные органы Российской Федерации как субъекты таможенного права / О. Ю. Бакаева, Г. В. Матвиенко // Таможенное право. - М.: Юрист, 2003. - С. 51-91.

14 Щипцова, А. В. Разработка информационно-аналитической системы энергомониторинга региона / А. В. Щипцова, В. Н. Гусев, А. Г. Иванов // Сборник трудов студенческой научной конференции. Вып. 4. / ЧПИ МГОУ. — Чебоксары : Изд-во ЧПИ МГОУ, 2009. — С. 173 — 175.

Статьи из газет и журналов

15 Михалевич, С. С. Моделирование систем методом пространства состояний: Смена поколений / С. С. Михалевич // Промышленные АСУ и контроллеры. - 2012. - N 8. - С. 23-28.

16 Козырев, Г. И. Конфликты в организации / Г. И. Козырев // Социально-гуманитарные знания. - 2001. - N 2. - С. 136-150 .

Нормативные правовые акты

17 Конституция Российской Федерации: принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года. - М. : Эксмо, 2007. - 63 с.

18 Трудовой кодекс Российской Федерации : принят ГД ФС 21.12.2001 г. ; с измен. от 30.12.2008 г.: по сост. на 1 июня 2011 г. - М. : Омега-Л, 2011. - 191 с. - (Кодексы Российской Федерации).

19 Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. - М.: Ось-89, 2009. - 175 с.

20 Инструкция ЦБ РФ от 10.03.2006 N 128-И (ред. от 18.01.2010) «О правилах выпуска и регистрации ценных бумаг кредитными организациями на территории Российской Федерации» // Вестник Банка России. - N 25. - 27.04.2012.

Государственные стандарты

21 ГОСТ Р 517721–2001. Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования. – Введ. 2002–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

или

22 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Входные и выходные параметры и типы соединений. Технические требования: ГОСТ Р 517721–2001. – Введ. 2002–01–01. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 27 с.

Электронный ресурс

23 Скворцов А. В. Обзор алгоритмов построения триангуляции Делоне // Вычислительные методы и программирование [Электронный ресурс]. - 2002. - Т. 3. - Разд.

24 Приоритетный национальный проект «Образование» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ed.gov.ru/priorprojectedu.4-39>. - Режим доступа к журн.: <http://num-meth.srcc.msu.ru>, свободный.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения	3
2 ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ВКР	3
2.1 Структура расчетно-пояснительной записки	3
2.2 Примерное содержание основного текста расчетно-пояснительной записки	4
2.3 Примерное содержание графической части	4
3 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	5
3.1 Правила оформления текстового материала	6
3.2 Правила оформления формул и таблиц	8
3.3 Правила оформления графического материала в РПЗ	8
3.4 Правила оформления списка литературы и приложений	8
4 ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	10
5 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ	14
6 ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ	15
Приложение 1	17
Приложение 2	41
Приложение 3	63
Приложение 4	64
Приложение 5	66
Приложение 6	68
Приложение 7	70
Оглавление	73

