

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра строительства,
энергетики и транспорта**

Методические указания
к курсовому проекту

по дисциплине:

**Б1.В.02 Электроснабжение промышленных
предприятий**

для направления подготовки (специальности)

13.03.02

код направления подготовки

«Электроэнергетика и электротехника». Профиль – «Электроснабжение»

наименование направления подготовки

Для всех форм обучения

код и наименование специальности, форма обучения

Мурманск
2021

Составил: _____

Методические указания к курсовому проекту рассмотрены и одобрены на заседании кафедры энергетики _____ протокол № _____

Методические указания составлены на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки РФ от 03.09.2015 № 955, учебного плана в составе ОПОП по направлению подготовки/специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение».

Процесс изучения дисциплины «Электроэнергетика» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО:

ПК-1 – способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов

ПК-2 – способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать:

Основные правила построения чертежей, схем, нанесения надписей и размеров, правила оформления графических изображений в соответствии со стандартами ЕСКД; устройство, принцип действия, области применения основных электротехнических устройств и аппаратов; конструктивное исполнение, схемы, расчёты и основы проектирования электрических сетей общего назначения предприятий; состав и назначение электрического оборудования предприятий и установок.

Уметь:

в проектировании сетей общего назначения промышленных предприятий, выбирать электрооборудование, аппараты защиты и сечения проводников в сетях электроснабжения промышленных предприятий, производить выбор компенсирующих устройств и их оптимальное размещение в узлах электрических сетей

Владеть :

Навыками решения математических задач, современными методами постановки и решения задач электротехники; способами построения графических изображений, создания чертежей и эскизов, конструкторской документации, в том числе, с применением компьютерных пакетов программ; методами расчёта и выбора сечений проводов и кабелей в электрических сетях; навыками расчёта и выбора аппаратов защиты электрических сетей напряжением до 1 кВ; методикой расчёта токов короткого замыкания.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	5
2. СОДЕРЖАНИЕ КП	6
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КП	8
4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	15

Введение

Работа над курсовым проектом позволяет студентам систематизировать, расширить и закрепить теоретические знания, получаемые по специальности.

При выполнении курсового проекта студент знакомится с основными приемами проектирования и получает навык применения теоретических знаний при решении конкретных инженерно-технических задач в практике проектирования; развитие творческого мышления и навыков самостоятельной работы; овладение методикой технико-экономических расчетов при проектировании системы электроснабжения промышленного предприятия.

Выполнение курсового проекта следует проводить поэтапно, последовательно решая поставленные задачи. При выполнении курсового проекта важнейшим условием является принятие обоснованных решений, с учетом требований нормативно-технической документации, действующих правил, ГОСТов.

При проектировании следует учесть следующие основные требования, предъявляемые к системам электроснабжения:

1. Система электроснабжения должна быть надежной, т. е. обеспечивать бесперебойность электроснабжения в соответствии с категорией электроприемников;

2. Система электроснабжения должна быть простой, удобной и безопасной в эксплуатации;

3. Система электроснабжения должна быть экономичной, т. е. соответствовать минимуму приведенных затрат на ее сооружение и эксплуатацию.

Перед студентами при выполнении проекта ставится задача: разработать проект системы электроснабжения промышленного предприятия с учетом роста электрических нагрузок, перспективы развития предприятия или изменения и совершенствования технологического процесса. В состав промышленного предприятия входят 13-15 цехов. Исходными данными (см. гл1) являются: план завода, с расположением цехов, план цеха с расстановкой технологического оборудования. Номинальные мощности цехов и электроприемников цеха, система электроснабжения которого детально прорабатывается.

Содержание курсового проекта

Курсовой проект по электроснабжению состоит из двух частей:

- 1) расчетно-пояснительная записка;
- 2) графический материал.

Объем расчетно-пояснительной записки курсового проектирования составляет 30–50 страниц машинописного текста. Расчетно- пояснительная записка курсового проекта должна содержать

Следующие разделы:

1. Краткое описание технологического процесса, характеристику основных приемников электроэнергии цеха по напряжению, роду тока, режиму работы и требованиям, предъявляемым к бесперебойности электроснабжения. Отнесение электроприемников к соответствующей категории должно быть обосновано и определено их процентное содержание.

2. Характер производственной среды влияет на принятие решений по системе электроснабжения цеха и всего предприятия с точки зрения выбора схем и конструктивного выполнения элементов системы электроснабжения и исполнения электрооборудования, поэтому необходимо дать характеристику производственной среды с классификацией помещений по окружающей среде. Следует указать размеры цеха, привести нормируемый уровень освещенности рабочих поверхностей. По данным вопросам рекомендуем использовать [2, 3, 4, 6, 12, 13, 16,17].

3. Определение расчетных электрических нагрузок по цехам и по заводу в целом.

4. Выбор рационального напряжения внутрицехового, внутривзаводского и внешнего электроснабжения.

5. Построение картограммы и определение условного центра электрических нагрузок, зоны рассеяния условного центра электрических нагрузок.

6. Определение месторасположения и выбор схемы главной понизительной подстанции.

7. Выбор количества, мощности и расположения цеховых трансформаторных подстанций с учетом компенсации реактивной мощности.

8. Определение числа и мощности трансформаторов главной понизительной подстанции.

9. Выбор схемы электроснабжения завода.

10. Расчет токов короткого замыкания на напряжении выше 1 кВ.

11. Выбор сечений токоведущих элементов к электрическим аппаратам напряжением выше 1 кВ.

12. Выбор коммутационно-защитной аппаратуры в сети выше 1 кВ

13. Литература.

Графическая часть курсового проекта включает в себя:

1. Генеральный план предприятия с нанесением картограммы электрических нагрузок, расположения ГПП, цеховых ТП, РУ и внутриводской сети высокого напряжения.

2. Однолинейная схема электроснабжения предприятия.

2.1. Содержание расчётно-пояснительной записки

Методические указания к пояснительной записке проекта

3.1. Введение

В этом разделе необходимо указать значение предприятия и его роль в народном хозяйстве, отметить особенности климатических условий Севера, оказывающих влияние на проектные решения.

3.2. Исходные данные на проектирование

В этом разделе указывают исходные данные, необходимые для проектирования (ситуационный план предприятия, данные об электроприёмниках, их расположение, мощность питающей системы, стоимость электроэнергии, расстояние от системы до предприятия и др.). Кроме этого, могут быть указаны и другие факторы, влияющие на выбор элементов системы электроснабжения. Недостающие данные можно узнать в справочной литературе или уточнить у руководителя.

3.3. Краткая характеристика предприятия

Проектирование любого звена системы электроснабжения промышленного предприятия (участка, отделения, цеха или завода в целом) должно начинаться с изучения технологических особенностей предприятия.

Проектируемая система должна удовлетворять условиям надёжности и экономичности, обеспечивать качество энергии у потребителя, безопасность, удобство эксплуатации и возможность развития. Зная технологию производства, можно легко и удобно составить схему электроснабжения любого технологического агрегата, линии или передела. Например: конвертер главного пролёта металлургического завода имеет много электроприёмников (привода быстрого и медленного поворотов, транспортёрные тракты, аспирация и др.); при составлении схемы нет необходимости записывать эти электроприёмники от разных секций одной подстанции, так как отключение хотя бы части электроприёмников отразится на работе конвертера. Однако есть электроприёмники и технологические агрегаты, осуществить питание которых необходимо только от независимых источников питания.

Зная динамику развития технологических нагрузок, необходимо учесть её дальнейшее развитие и возможность объединения с основной схемой. Проектируемые схемы должны обладать эксплуатационно-структурной гибкостью.

3.4. Краткая характеристика электроприёмников

Потребителем электроэнергии называется электроприёмник или группа электроприёмников, объединённых технологическим процессом и размещающихся на определённой территории. Приёмником электрической энергии (электроприёмником) называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид.

Систематизация потребителей электроэнергии осуществляется обычно по

следующим основным эксплуатационно-техническим признакам: производственному назначению, производственным связям, режимам работы, мощности, напряжению, роду тока, территориальному размещению, требованиям к надёжности электроснабжения, стабильности расположения электроприёмников.

При проектировании электроснабжения предприятия достаточно систематизировать потребителей по надёжности электроснабжения, режимам работы, мощности, напряжению и роду тока, используя остальные признаки как вспомогательные.

Характеристика по категориям потребителей представляется в таблице 1.

3.5. Условия окружающей среды

Выбор конструкции сетей и способов их выполнения осуществляется при проектировании на основе изучения технологии производства, условий окружающей среды, степени возгораемости конструкций зданий и сооружений, требований технической эстетики и других факторов.

Условия в помещениях, влияющие на выбор конструкции сетей, определяются температурой воздуха, влажностью, наличием агрессивных газов или пыли, возможностью возникновения условий взрыво- или пожарной опасности.

Для защиты сети от влияния окружающей среды её элементы (шинопроводы, распределительные силовые шкафы, силовые ящики, осветительные щитки, электродвигатели и др.) имеют защитную оболочку, которой обычно является корпус изделия.

Согласно ГОСТ-14254-80 заводы-изготовители выпускают электротехнические устройства с различной степенью защиты, поэтому при выборе элементов сети следует исходить из требований окружающей среды. Например, магистральный шинопровод, имеющий по ГОСТ-14254-80 степень защиты IP-20, можно прокладывать на высоте 2,5 м от уровня пола в помещении с нормальной средой, поскольку он имеет защиту от прикосновения пальцами, но не имеет защиты от попадания воды.

3.6. Расчёт электрических нагрузок

Величина мощности, месторасположение и вид электроприёмников определяют структуру схемы и параметры элементов электроснабжения промышленных предприятий. При проектировании обычно определяют три вида нагрузки:

1) среднюю за максимально загруженную смену $P_{\text{ср. макс.}}$ и среднегодовую $P_{\text{ср.г.}}$. Величина $P_{\text{ср. макс.}}$ необходима для определения расчётной активной нагрузки P_p , а величина $P_{\text{ср.г.}}$ - для определения годовых потерь электроэнергии;

2) расчётную активную P_p и реактивную Q_p . Эти величины необходимы для расчёта сетей по условиям допустимости нагрева, выбора мощности трансформаторов и преобразователей, а также для определения максимальных потерь мощности, отклонений и потерь напряжения;

3) максимальную кратковременную (пусковой ток) $I_{\text{п}}$; эта величина

необходима для проверки колебания напряжения, определения тока трогания, токовой релейной защиты, выбора плавких вставок предохранителей и проверки электрических сетей по условиям самозапуска двигателей.

Таблица 1 – Расчетные нагрузки по цехам(участкам) и заводу в целом

№ цеха	Установленная мощность P_H/Q_H , кВт/квар	Категория или потребности	Метод расчета	Расчетная мощность 0,4 кВ $P_{рас}(0,4)/$ $Q_{рас}(0,4)$, кВт/квар	Расчетная мощность 6-10 кВ $P_{рас}(6)/$ $Q_{рас}(6)$, кВт/квар	Пиковые нагрузки $I_{пик}, A$	Расчетная нагрузка, с учетом однофазных потребителей $P_{рас}^o/Q_{рас}^o$ кВт/квар
1							
2							
и т.д.							

* Суммарная установленная мощность предприятия в целом

3.7. Картограмма и определение центра электрических нагрузок

Картограмму электрических нагрузок наносят на ситуационный план предприятия для определения местоположения цеховых ТП и ГПП. Построение картограммы нагрузок производят на основании результатов определения расчетных нагрузок цехов, исходя из условия, что площади кругов картограммы в выбранном масштабе являются расчетными нагрузками цехов.

В качестве расчетной нагрузки для построения картограммы принимают полную расчетную мощность каждого цеха, так как реактивная мощность цеха подлежит компенсации.

Радиусы окружностей для каждого цеха находят из выражения

$$r_i = \sqrt{(P_{pi} / \pi m)},$$

где P_{pi} - расчетная активная нагрузка i -го цеха, кВт; m - масштаб площади круга, кВт/мм² или кВт/см²; r_i - радиус окружности, мм или см.

3.8. Размещение ГПП, ЦРП, РП на территории предприятия

В данном разделе рассматривают и решают вопросы передачи электроэнергии от ГПП или ЦРП к цехам и административно-производственным зданиям предприятий.

В первом приближении местоположение ГПП и ЦРП может быть выбрано в ЦЭН. Однако выбранное таким образом расположение подстанции должно корректироваться с учетом конкретных условий производства, его территория и т.д. Для расположения подстанции с ее реальными геометрическими размерами необходима определенная свободная площадь на территории предприятия. Также необходимо предусмотреть наличие определенной площади для конструктивного осуществления кабельных трасс, эстакад с линии.

В условиях Севера предпочтение нужно отдавать прокладке кабелей по эстакадам. Контрольные кабели для цепей управления и защиты по территории ОРУ также необходимо вести по надземным конструкциям. Эта рекомендация

вызвана тем, что прокладка кабелей в траншеях и каналах затрудняет условия эксплуатации. В короткий летний период каналы и траншеи обводняются, и при замерзаниях в зимних условиях происходит разрыв кабелей. Расположение ГПП (ЦРП), воздушных и кабельных линий не должно создавать затруднения для внутривозвездского транспорта. Следует также принимать во внимание требования технической эстетики и промышленной архитектуры. Приведенные выше соображения часто вынуждают располагать ГПП (ЦРП) на границе или вблизи территории предприятия.

ОРУ-110 кВ в условиях Севера подвергаются сильным снежным заносам. В связи с этим оборудование ОРУ (ЛР, ШР, ошиновки) размещают на высоте 5-6 м, соответственно поднимая их приводы. Для удобства обслуживания и ремонтов оборудования сооружают стационарные площадки. При компоновке подстанция ОРУ следует располагать с наветренной стороны, что обеспечивает минимальные снежные заносы.

Таблица 2 - Размещение ТП, ГПП, ЦРП

№ цеха	Категория помещения		№ ТП на картограмме нагрузок	Исполнение ТП
	пожароопасное	взрывоопасное		
1				
2				
и т.д.				

3.9. Определение количества и мощности цеховых ТП

Цеховые трансформаторы имеют следующие номинальные мощности: 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500 кВ·А.

С увеличением мощности трансформаторов растут токи короткого замыкания. Поэтому единичная мощность трансформаторов, питающих электроустановки до 1000 В, ограничивается допустимыми величинами тока короткого замыкания. Считают нецелесообразным применение трансформаторов с вторичным напряжением 0,4 кВ мощностью более 2500 кВ·А. Выбор числа трансформаторов на ТП зависит от требуемой степени надежности электроснабжения.

Рекомендуется широкое применение однострансформаторных подстанций для питания электроприемников III и даже II категории. Однострансформаторные КТП можно применить и для питания электроприемников I категории, если их мощность не превышает 15–20 % мощности трансформатора и возможно резервирование подстанций на вторичном напряжении переключателями с АВР.

Двухтрансформаторные цеховые подстанции применяют при преобладании электроприемников I и II категории и в энергоемких цехах при удельной мощности нагрузки выше $0,5 \div 0,7$ кВ·А/м². Двухтрансформаторные КТП используют для питания электроприемников любой категории по надежности электроснабжения в следующих случаях:

- суточный или годовой график нагрузки цеха очень неравномерен (например, односменная работа цеха, когда выгодно в ненагруженные часы

отключать один трансформатор);

- возможен дальнейший быстрый рост нагрузки;
- удельная мощность нагрузки не менее $0,4 \text{ кВ} \cdot \text{А}/\text{м}^2$.

Питание электроприемников I категории следует предусматривать от двухтрансформаторных и трехтрансформаторных подстанций. Трехтрансформаторные подстанции рекомендуется применять в тех случаях, когда имеется возможность примерно равномерно распределить подключаемую нагрузку по секциям распределительного устройства до 1 кВ подстанции. Также более двух трансформаторов используют для питания цеховых ЭП при необходимости раздельного питания силовой и осветительной нагрузки цеха; если имеются мощные ЭП, требующие блочного питания, или нагрузка цеха превышает нагрузочную способность двухтрансформаторной КТП с трансформаторами мощностью 2500 кВ·А. При выборе числа и мощности трансформаторов цеховых ТП рекомендуется.[11]:

- устанавливать трансформаторы одинаковой мощности.
- по возможности, применять трансформаторы мощностью более 1000 кВ·А при наличии группы ЭП большой мощности (например электропечей) или значительного числа однофазных ЭП, а также при наличии ЭП с частыми пиками нагрузок (например электросварочных установок) и в цехах с высокой плотностью нагрузки;
- стремиться к возможно большей однотипности трансформаторов цеховых ТП;
- выбирать при двухтрансформаторных ТП, а также при однострансформаторных ТП с магистральной схемой электроснабжения мощность каждого трансформатора с таким расчетом, чтобы при выходе из работы одного трансформатора оставшийся в работе мог нести всю нагрузку потребителей I и II-категории, потребители III категории временно отключаются. В этом случае при загрузке трансформатора на 0,7 его номинальной мощности при отключении одного из них на ТП оставшийся в работе трансформатор будет загружен до 1,4.

Одна и та же электрическая нагрузка цехов на напряжение до 1000 В может быть обеспечена малым числом трансформаторов большой мощности и большим числом трансформаторов малой мощности. Поэтому выбор оптимальной мощности цеховых подстанций должен быть основан на технико-экономических расчетах. Такие расчеты очень громоздки, так как в них, помимо подстанций, учитывают и питающие линии 6-10 кВ и цеховые распределительные сети до 1000 В. Сложность расчета обусловлена тем, что капиталовложения в потери мощности в цеховых сетях находятся в зависимости от числа подстанций и увеличиваются вместе с укрупнением единичной мощности трансформаторов, но при этом снижаются капиталовложения в распределительные устройства и линии 6-10 кВ, питающие цеховые ТП. При малой единичной мощности трансформаторов

уменьшаются капиталовложения и потери в цеховых сетях, но увеличиваются потери электроэнергии и капиталовложения в трансформаторы и сети 6-10 кВ.

Номинальные мощности трансформаторов ($S_{ном.т}$) определяются плотностью нагрузки цехов и выбираются, как правило, одинаковыми для всей группы цехов, исходя из рациональной их загрузки в нормальном режиме и с учетом минимально необходимого, резервирования в послеаварийном режиме.

Ориентировочно выбор номинальной мощности цеховых трансформаторов производится по удельной плотности нагрузки σ :

$$\sigma = S_{расч} / F_{ц} \text{ кВ А/м}^2$$

где $S_{расч.н}$ – суммарная расчетная мощность предприятия напряжением до 1000В; $F_{ц}$ – площадь всех цехов предприятия. Рекомендуемые номинальные мощности трансформаторов для различных плотностей нагрузок приведены в табл

Минимальное возможное число трансформаторов определяется по формуле:

$$N_{min} = \frac{P_{расч.н}}{\beta_{т} \cdot S_{н.тр}}$$

где $P_{расч.н}$ – суммарная расчетная активная нагрузка с учетом освещения, подведенная к трансформаторам в сети ниже 1000 В; $\beta_{т}$ – рекомендуемый коэффициент загрузки трансформатора; $S_{н.тр}$ – номинальная мощность одного трансформатора, МВА.

Рекомендуется применять следующие коэффициенты загрузки трансформаторов:

- при преобладании нагрузок I -категории на двухтрансформаторных ТП

- $K_3 = 0,65-0,7$;

- при преобладании нагрузок II-категории на двухтрансформаторных ТП и взаимном резервировании на вторичном напряжении $K_3 = 0,7-0,8$;

- при преобладании нагрузок II-категории и наличии складского резерва трансформаторов, а также при нагрузках III-категории $K_3 = 0,9-0,95$.

Полученное значение N_{min} округляется до ближайшего большего целого числа.

Таблица 5.1.

ти трансформаторов в зависимости от удельной плотности нагрузки по заводу

Удельная плотность нагрузки, σ , кВ·А/м ²	Рекомендуемая номинальная мощность трансформатора, Sn.тр, кВ·А
0,05-0,1	630
0,10-0,2	1000
0,2-0,3	1600
> 0,3	2500

В случаях, когда нагрузка не распределена, а сосредоточена на отдельных участках цеха, выбор единичной мощности трансформаторов цеховых ТП не следует производить по критерию удельной плотности нагрузки.

При значительном количестве устанавливаемых цеховых ТП и рассредоточенной нагрузке выбор единичной мощности трансформаторов следует производить на основании технико-экономического расчета.

Экономическую мощность одного трансформатора приближенно можно найти по формулам:

для однотрансформаторной подстанции

$$S_{\text{ЭК}} = 8750 \cdot \sqrt[3]{(1 + 0,01m)^2 / m} \cdot \sqrt[3]{\sigma} \quad \text{кВ} \cdot \text{А},$$

для двухтрансформаторной подстанции

$$S_{\text{ЭК}} = 6950 \cdot \sqrt[3]{(1 + 0,01m)^2 / m} \cdot \sqrt[3]{\sigma} \quad \text{кВ} \cdot \text{А},$$

где $\sigma = S_{\text{Н}} / F$ - плотность нагрузки, кВ·А/м²;

$S_{\text{Н}}$ - номинальная установленная мощность электроприемников цеха до 1000

В;

F - площадь цеха, м²;

$m = C_0 \cdot$

τ – стоимость потерь, руб/кВт, где

C_0 – стоимость электроэнергии, руб/кВт·ч;

τ – годовое число использования максимума электроэнергии, час.

Найденное значение $S_{\text{т.рек}}$ округляется по каталожным данным, причем принимается типоразмер трансформатора, наиболее близко соответствующий найденному значению. Число типоразмеров трансформаторов на одном предприятии должно быть минимальным. Такой вариант будет являться оптимальным, и его следует рассматривать как окончательный.

Таблица 3 – Выбор трансформаторов ТП

№ цеха	Установлен ная мощность $P_{\text{Н}}/Q_{\text{Н}}$, кВт/квар	Экономичес кая мощность $S_{\text{ЭК}}$, кВ·А	Тип трансформатора	Паспортные данные трансформатора			
1							
2							
и т.д.							

3.10. Компенсация реактивной мощности (РМ)

Комплектные устройства (КУ) выбирают для режима наибольшего потребления реактивной мощности в сети проектируемой установки. Тип, мощность, места установки и режим работы КУ должны обеспечивать минимум потерь активной мощности в узле нагрузки при соблюдении технических условий, в частности, уровня напряжения на динах ГПП (РП) и статической устойчивости электроприемников (АД, СД).

Компенсацию РМ в сетях до 1000 В можно осуществлять при помощи

синхронных двигателей (СД) или батарей конденсаторов (БК) присоединенных непосредственно в сети до 1000 В. Возможна также передача реактивной мощности со стороны сети 6-10 кВ от СД, БК, генераторов местных станций или от сети энергосистемы. В качестве основного средства компенсации на промышленных предприятиях следует применять БК. Источник РМ на стороне 6-10 кВ (крупные СД или БК) экономичнее БК на напряжении выше 1000 В, но передача РМ со стороны 6-10 кВ может привести к увеличению установленной мощности трансформаторов и дополнительным потерям электроэнергии в сетях и трансформаторах. Поэтому прежде всего необходимо выбрать оптимальный способ компенсации РМ на стороне до 1000 В.

3.11. Выбор схемы внешнего электроснабжения по технико-экономическим показателям

На всех ступенях системы электроснабжения следует широко применять простейшие схемы электрических соединения с установкой высоковольтных выключателей на стороне высокого напряжения, так называемые блочные схемы подстанций без сборных шин:

- а) блок-линия 35-330 кВ - трансформатор ГПП (или ПГВ);
- б) блок-линия 35-333 кВ - трансформатор ЛШ (ПГВ)-токопровод 6-35 кВ;
- в) блок-линия 6-10 кВ - трансформатор ТП;
- г) блок-линия 6-10 кВ - трансформатор ТП-шинопровод до 1000 В;

В соответствии с типовой методикой определения экономической эффективности капитальных вложений в качестве критерия сравнительной экономической эффективности схем электроснабжения принимают минимум приведенных затрат, руб/год:

$$Z = F_n \cdot K + I$$

где К, И - соответственно, капитальные затраты и ежегодные расходы в рассматриваемых вариантах схем электроснабжения промышленных предприятий; F - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $F=0,15 \text{ год}^{-1}$.

Наивыгоднейший вариант схемы электроснабжения промышленного предприятия выбирают по условию минимальных приведенных затрат.

Количество вариантов схем внешнего электроснабжения определяется конструктивным выполнением и числом линий высокого напряжения, шкалой минимальных напряжений.

Таблица 3.1 - Техничко-экономические показатели схем внешнего электроснабжения

№ вариан.	Капитальные затраты, руб.	Ежегодные расходы, руб/год			Приведённые затраты, руб/год
		амортиза-ция	обслужи-вание	потери эл. энергии	

3.12. Расчет внутризаводских распределительных сетей и их конструктивное исполнение

Выбор вторичного напряжения ГПП при невозможности выполнения глубоких вводов проводят на основе ТЭР. Рассмотрим варианты распределения

энергии на напряжении 6 или 10 кВ.

Напряжение 10 кВ рекомендуется широко применять на предприятиях малой и средней мощности, на которых нет значительного количества двигателей напряжением выше 1000 В, а также на крупных предприятиях с большим количеством электроприемников с высоковольтными двигателями» мощностью более 500 кВт.

На предприятиях с большим количеством двигателей средней мощности необходимо рассматривать применение напряжений 10 кВ для распределительных сетей завода и 660 В для цеховых сетей, так как мощности двигателей на напряжениях 660 В и 10 кВ смыкаются, что позволяет отказаться от напряжения 6 кВ.

Таблица 3.2.- Данные по линиям внутреннего электроснабжения

Номер варианта	Номер линии, длина, км	Нагрузка, кВт·А	Расчётный ток, А	Марка, сечение, мм	Количество кабелей	Допустимый ток, А	Стоимость 1 км линии, руб/км	Общая стоимость линии, руб

На основании указанных данных выявляют технико-экономические показатели вариантов внутреннего электроснабжения: капитальные вложения, ежегодные расходы, на основании которых делают выводы о целесообразности того или иного варианта.

3.13. Расчет токов короткого замыкания, выбор и проверка электрических аппаратов, изоляторов и токоведущих частей

Расчет токов короткого замыкания (КЗ) в проектируемой системе электроснабжения должен выявить величины токов КЗ в точках расчетной схемы, где намечается установка соответствующих высоковольтных и низковольтных аппаратов и производится выбор токоведущих частей (шин и кабелей).

При проектировании системы электроснабжения токи КЗ рассчитывают от источника неограниченной мощности и по расчетным кривым.

За расчетную принимают схему длительного режима при условии, что включены все рабочие и резервные источники питания и с учетом подпитки места КЗ от высоковольтных двигателей двух секций при включенном секционном выключателе. Не следует рассматривать параллельный режим работы трансформаторов, если он создается в момент оперативных переключений. В

расчетных схемах электроустановок напряжением выше 1000 В обычно принимают во внимание только индуктивные сопротивления электрических машин, силовых трансформаторов, реакторов, воздушных и кабельных линий, токопроводов. Активные сопротивления кабельных линий и цеховых трансформаторов учитывают для удаленных точек КЗ, когда результирующее активное сопротивление составляет более 0,3 от суммарного индуктивного.

В схеме замещения результирующее сопротивление отдельных элементов цепи КЗ выражают в омах, мегаомах и в относительных единицах, приведенных к базисному напряжению или базисной мощности. За базисное напряжение принимают среднее напряжение той ступени, на которой производится расчет токов к.з. :0,23; 0,4; 0,525; 0,69; 3,115; 6,3; 10,5; 37; 115; 230 кВ. за базисную мощность - мощность, равную 1. Например, можно принимать мощность системы, генераторов станций, трансформаторов подстанций или число, удобное для расчета - кратное 10 (10, 100, 1000 МВ·А).

Все электрические аппараты, токоведущие части и изоляторы схемы электроснабжения выбирают по условию нормального режима и проверяют на устойчивость действия при КЗ. При этом определение токов КЗ необходимо для следующих целей:

а) проверки элементов системы электроснабжения на динамическую устойчивость (расчет ударного тока КЗ i_y и наибольшего значения тока КЗ за первый период I'');

б) проверки элементов системы электроснабжения на термическую устойчивость (расчет действующего значения установившегося тока КЗ I_∞ и приведенного времени t_n , соответствующего полному току КЗ);

в) проверки выключателей по отключающей способности (расчет действующего значения периодической составляющей тока КЗ I_t для $t=0,2$ с - времени отключения выключателя).

Таким образом, результатом расчета токов КЗ является определение следующих величин: i_y , I'' , I_∞ , t_n , $I_{0,2}$.

Значение токов КЗ на шинах напряжением 6-10кВ подстанций промышленного предприятия, как правило, должно быть ограничено величиной, позволяющей применять КРУ серийного промышленного производства. При этом оптимальное значение расчётного тока КЗ должно определяться с учётом двух факторов:

а) обеспечения возможности применения электрических аппаратов с более лёгкими параметрами и проводников возможно меньшего сечения;

б) ограничения отклонений и колебаний напряжения при резкопеременных толчковых нагрузках.

В необходимых случаях расчётную величину тока КЗ определяют на основании ТЭР по минимуму приведённых затрат на ограничение токов КЗ.

Параметры, по которым производится выбор и проверка электрических аппаратов указаны в таблице 3.3.

Таблица 3.3. Факторы, учитываемые при выборе электрических аппаратов и устройств.

Тип аппарата или устройства	Номинальное напряжение	Номинальный ток	Устойчивость при КЗ		Нагрузка вторичных цепей	Коммутационная способность	Характеристика токоограничения	Потери напряжения в нормальном режиме
			Электродинамическая	Термическая				
Выключатель	+	+	+	+	-	+	-	-
Разъединитель	+	+	+	+	-	(+)	-	-
Предохранитель	+	+	-	-	-	+	+	-
Выключатель нагрузки	+	+	+	+	-	+	-	+
Разрядник	+	-	-	-	-	+	-	-
Трансформатор тока	+	+	+	+	+	-	-	-
Трансформатор напряжения	+	-	-	-	+	-	-	-
Опорный изолятор	+	+	+	-	-	-	-	-
Проходной изолятор	+	+	+	-	-	-	-	-
Реактор	+	+	+	+	-	-	-	+
Автомат	+	+	(+)	-	-	+	+	-
Контактор	+	+	-	-	-	+	-	-
Магнитный пускатель	+	+	-	-	-	+	-	-
Рубильник	+	+	+	+	-	+	-	-

Примечание. Факторы, отмеченные знаком (+), учитываются в частных случаях.

ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

1. 1 Сведения об электрических нагрузках заводов

Сведения об электрических нагрузках
завода коксохимического производства

Задание № 1

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Заводоуправление	200	110	80	250	350	170	90	120	150	210
2	Углеподготовительный цех	2200	1800	250 0	237 0	192 0	2000	2050	198 0	1600	1400
3	Углеобогатительный цех №1	3100	2850	270 0	200 0	190 0	2400	1680	305 0	1800	2700
4	Коксовый цех №1										
	10 кВ	2500	2000	240 0	180 0	160 0	1870	2100	170 0	2600	1400
	0,38 кВ	2400	800	120 0	190 0	175 0	2105	1300	900	3000	2100
5	Коксосортировка КЦ-1	500	1200	-	460	900	-	590	100 0	-	1100
6	Коксовый цех №2										
	10 кВ	2400	2500	200 0	210 0	180 0	1900	3000	168 0	3050	1900
	0,38 кВ	2100	2700	180 0	230 0	207 0	1920	2500	205 0	1960	2200
7	Коксосортировка КЦ-2	800	550	100 0	450	660	920	450	300	500	1100
8	Цех химулавливания №1										
	10 кВ	2500	3100	285 0	270 0	200 0	1900	2400	310 0	2850	2700
	0,38 кВ	-	2420	890	-	197 0	1750	2110	-	800	1200
9	Цех химулавливания №2										
	10 кВ	2900	2400	800	120 0	190 0	750	800	140 0	1800	1200
	0,38 кВ	4100	3750	286 0	345 0	190 0	2400	2850	390 0	4000	2790
10	Цех ректификации бензола	200	150	230	175	50	165	205	190	180	210
11	Смолоперерабатывающий цех	700	350	450	630	570	810	420	270	325	505
12	Цех фталиевого ангидрида	1300	900	700	150 0	600	850	460	970	1100	1250
13	Электроцех	4700	1200	180 0	240 0	300 0	3200	3500	380 0	4000	1900

14	Ремонтно-механический	500	350	420	180	600	580	-	460	390	-
15	Углеобогатительный цех № 2	300	450	610	800	190	320	510	670	430	250
16	Кузнечный	800	-	600	350	-	670	370	490	520	460
17	Лаборатория	200	50	150	200	190	250	270	130	80	110
18	Столовая	250	100	150	200	185	170	150	120	135	185
Длина питающей линии, км		6	3	2	5	10	1,5	4,6	5,7	8	5

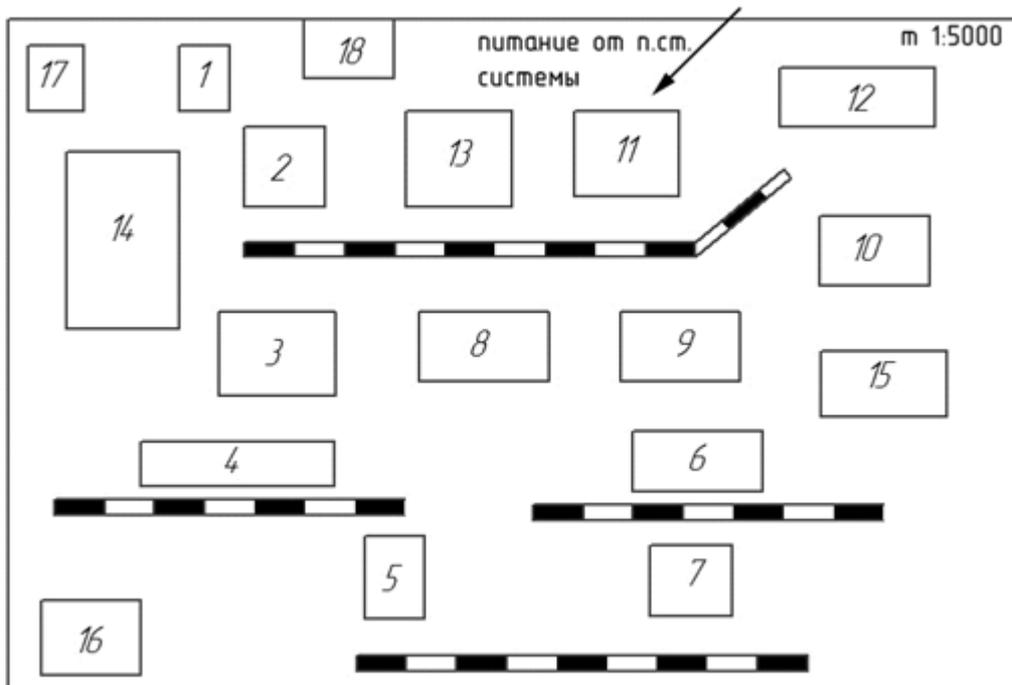


Рис. 1. 1. Генплан коксохимического производства

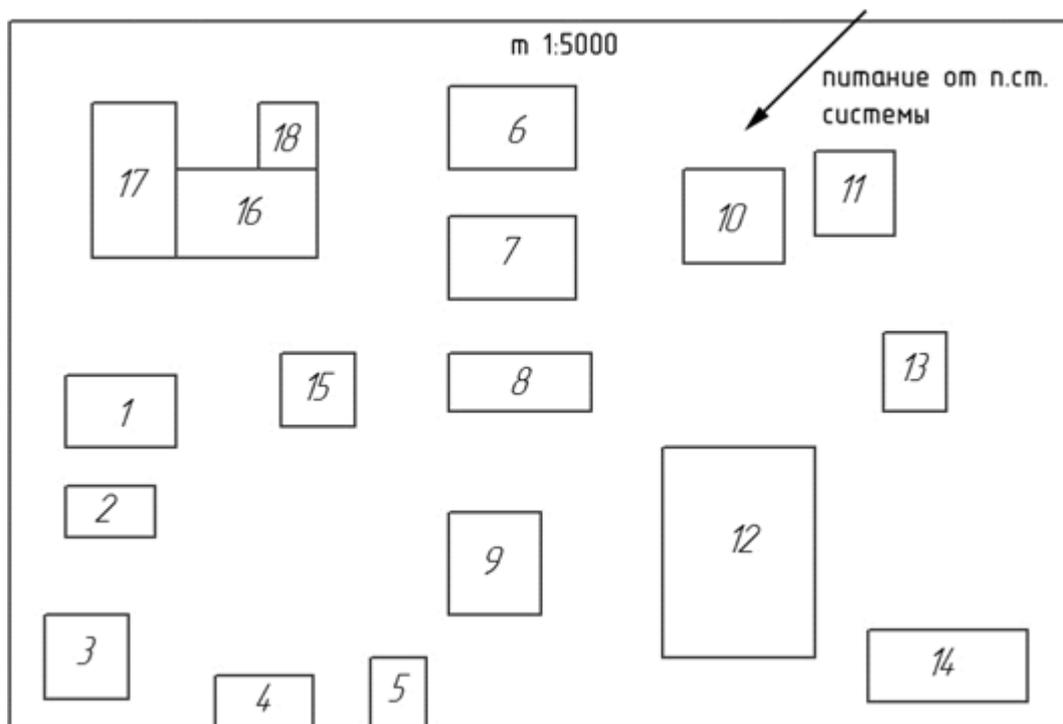


Рис. 1. 2. Генплан предприятия нефтяной промышленности

Сведения об электрических нагрузках
предприятия нефтяной промышленности

Задание № 2

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Сборочный цех	-	200	350	-	-	250	430	500	270	230
2	Ремонтно-механический цех	300	400	500	460	720	-	-	390	350	320
3	Котельная	150	90	80	70	110	130	85	76	95	110
4	Цех по ремонту оборудования	500	-	720	460	520	620	370	-	410	-
5	Пожарное депо	350	200	250	290	310	190	180	400	420	350
6	Узел учета нефти №1	150 0	2100	180 0	190 0	135 0	1650	2050	175 0	1680	1450
7	Насосная внешней перекачки										
	6 кВ	400 0	2700	290 0	310 0	330 0	3500	3700	346 0	380	3250
	0,38 кВ	250	150	190	210	175	160	120	145	168	230
8	Насосная внутренней перекачки										
	6 кВ	125 0	1500	180 0	110 0	165 0	1750	1340	141 0	1560	1760
	0,38 кВ	215	250	150	190	210	175	160	120	145	168
9	Склад	50	45	20	17	34	26	19	26	34	38
10	Водонасосная										
	6кВ	800	600	750	500	460	750	540	730	810	630
	0,38 кВ	190 0	600	100 0	150 0	800	1200	1600	170 0	950	1150
11	Цех печей ПТБ №1, №2	180 0	1500	800	750	160 0	1200	700	120 0	2400	1500
12	Компрессорный цех	600	700	450	620	640	720	830	490	570	460
13	Пункт налива нефти	20	10	15	25	19	30	24	28	35	30
14	Узел учета нефти №2	150	100	120	80	90	95	110	125	130	140
15	Кузнечный цех	250	190	-	150	200	180	160	240	-	205
16	Заводоуправление	150	215	250	150	190	210	175	160	215	250
17	Отдел ТБ, ПБ и ОТ	60	50	45	20	17	34	26	19	26	34
18	ЦДУ (Центрально-диспетчерское управление)	40	150	90	80	70	110	130	85	76	95
	Длина питающей линии, км	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Сведения об электрических нагрузках

мясокомбината

Задание № 3

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Административное помещение	90	120	150	175	125	140	135	160	178	165
2	Цех полуфабрикатов	-	1200	1600	1350	900	-	1500	-	1000	-
3	Консервный цех	270	350	320	180	240	260	280	290	300	190
4	Холодильник	250	270	350	240	260	180	220	160	170	205
5	Насосная										
	10 кВ	1600	1500	1100	2100	1900	1850	1760	1430	1200	1590
	0,38 кВ	200	180	190	145	165	150	139	180	210	195
6	Электролитный жестяно-баночный	250	320	450	400	300	270	190	220	185	205
7	РМЦ	450	-	420	270	280	290	320	310	305	490
8	Компрессорная										
	10 кВ	1800	1500	2100	1800	1900	1350	1650	2050	1750	1680
	0,38 кВ	180	215	250	150	190	210	175	160	215	250
9	Здание загона скота	30	48	45	20	17	34	26	19	26	34
10	Здание предубойного содержания скота	50	60	50	45	20	17	34	32	29	57
11	Холодильник	300	200	150	230	175	50	165	205	190	200
12	Колбасный цех	1800	2200	1700	2500	2370	1920	2000	2050	1980	1600
13	Гараж	120	200	150	230	175	50	165	205	190	180
14	Склад	400	430	720	460	520	620	370	3790	410	480
15	Деревообрабатывающий	240	150	-	-	70	110	-	85	76	95
16	Котельная	1000	250	430	800	750	600	350	420	1600	1350
17	Здание санбойни	180	100	150	200	185	170	150	120	135	185
18	Зоопарк	1100	800	750	600	350	420	670	370	490	520
19	Овощехранилище	180	160	200	350	420	180	250	430	500	270
20	Электроцех	460	550	1000	450	-	920	450	300	-	1100
	Длина питающей линии, км	3	2,7	4,3	5	6,1	7,5	4,8	3,9	12	15

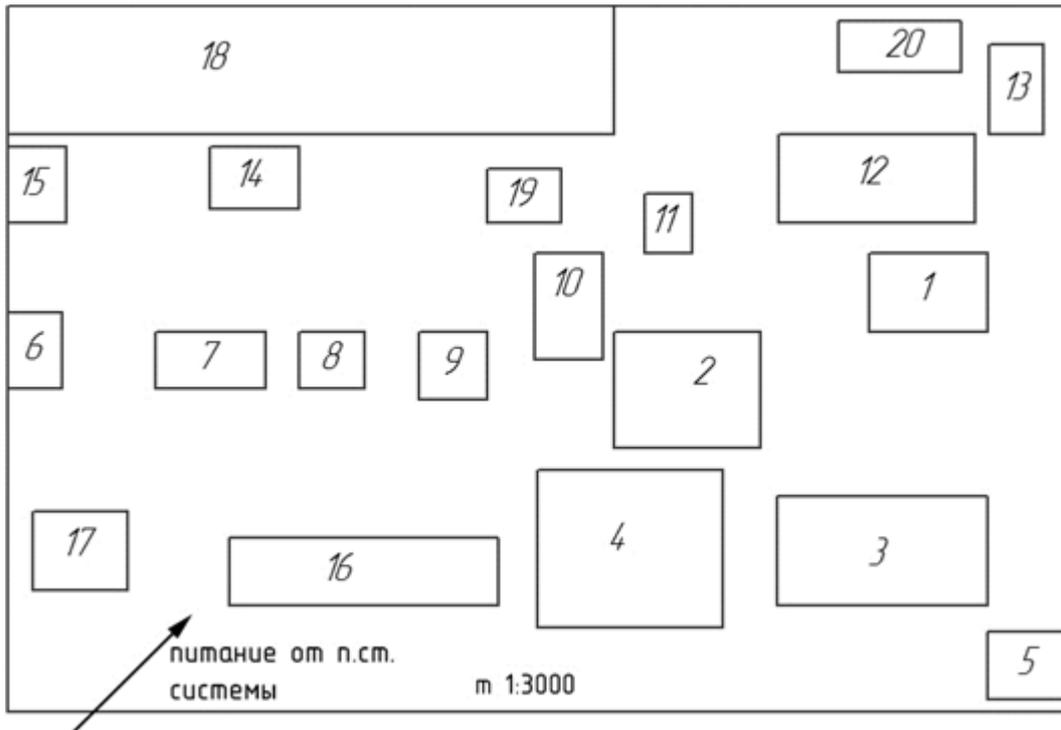


Рис. 1. 3. Генплан мясокомбината

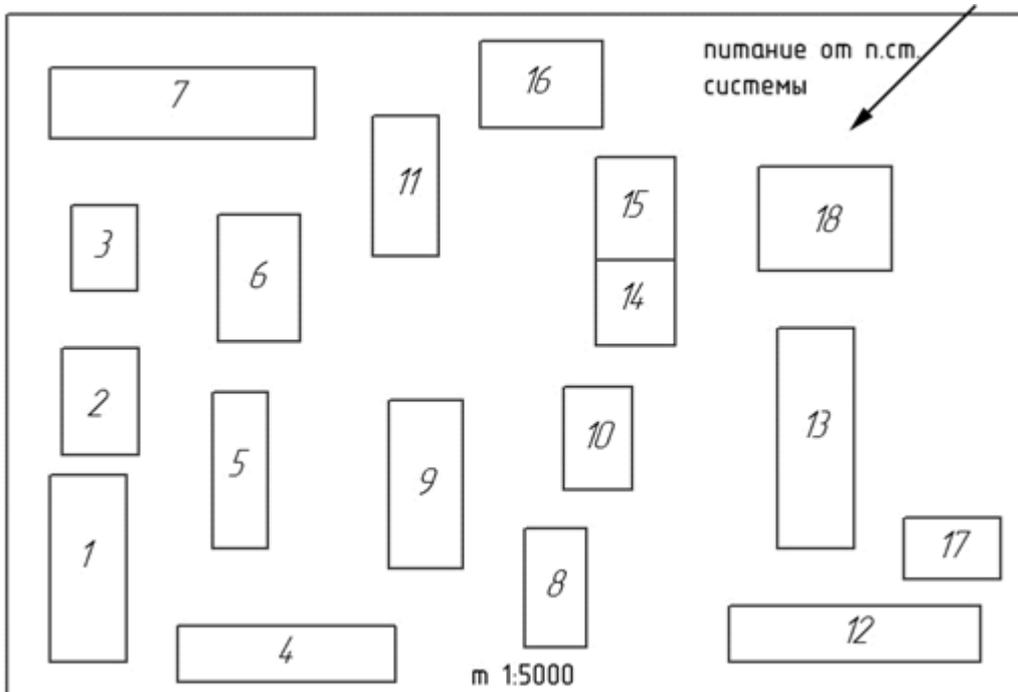


Рис. 1. 4. Генплан завода железобетонных изделий

Сведения об электрических нагрузках
завода железобетонных изделий

Задание № 4

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Административное помещение	90	120	150	175	125	140	135	160	178	165
2	Столовая	1100	1200	1600	1350	900	1400	1500	1550	1000	1100
3	Известегасительный цех	780	900	800	860	500	560	880	790	700	460
4	Электроцех	800	-	400	-	500	900	450	830	1100	600
5	Склад заполнителей	1000	700	590	750	690	900	850	930	660	880
6	Завод изделий из ячеистых бетонов	1600	1500	1100	2100	1900	1850	1760	1430	1200	1590
7	Склад металла и готовой продукции	200	180	190	145	165	150	139	180	210	195
8	Компрессорная										
	10 кВ	1800	2200	1700	2500	2370	1920	2000	2050	1980	1600
	0,38 кВ	250	270	350	240	260	180	220	160	170	205
9	Склад цемента с разгрузочным устройством	380	280	400	420	250	300	350	410	300	200
10	Бетонорастворный цех	600	900	290	800	380	700	590	290	660	900
11	Ремонтно-механический цех	800	900	480	700	920	950	560	-	-	850
12	Склад готовой продукции завода	150	200	220	170	160	210	150	90	130	120
13	Кузнечный	-	250	200	230	190	-	300	240	200	160
14	Склад	90	120	150	175	125	140	135	160	178	165
15	Арматурный цех	380	280	-	420	-	300	-	410	300	-
16	Насосная перекачки сточных вод	1500	1100	1000	1200	1000	1300	800	700	900	1000
17	Насосная водопровода	800	900	480	700	920	950	560	600	800	850
18	Котельная	150	200	220	170	160	210	150	90	130	120
	Длина питающей линии, км	6	3	2	5	10	1,5	4,6	5,7	8	5

Сведения об электрических нагрузках
завода сельскохозяйственного машиностроения

Задание № 5

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Механический	1435	600	450	500	400	800	300	200	450	-
2	Ремонтно-механический	700	400	300	250	350	500	450	370	430	560
3	Литейный	3760	3600	-	-	3200	2500	1400	1000	1700	820
4	Сборочный	480	400	500	700	-	390	420	-	690	990
5	Агрегатный	204	200	300	150	250	440	400	520	210	340
6	Модельно-столярный	260	160	200	350	420	180	250	430	500	270
7	Гидроцилиндров	900	890	800	390	700	650	690	700	950	850
8	Экспериментальный	159	300	120	140	350	520	400	220	180	440
9	Электроцех	-	500	360	250	450	510	400	480	510	520
10	Инструментальный	516	-	800	790	580	620	-	480	900	700
11	Кузнечный	480	280	290	360	450	-	470	510	-	690
12	Заготовительный	708	900	600	390	490	250	280	680	590	800
13	Компрессорная										
	10кВ	650	460	550	1000	450	660	920	450	300	500
	0,38 кВ	40	100	97	112	125	85	118	90	80	60
14	Заводоуправление	156	100	97	112	125	85	118	90	80	80
15	Инженерный	230	160	200	350	420	180	250	430	500	270
16	Котельная	660	800	750	600	350	420	670	370	490	520
17	Склад	50	60	73	80	55	65	70	45	40	90
18	Лаборатория	250	150	200	220	170	160	210	150	90	130
19	Столовая	300	250	300	320	240	280	260	270	190	340
	Длина питающей линии, км	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

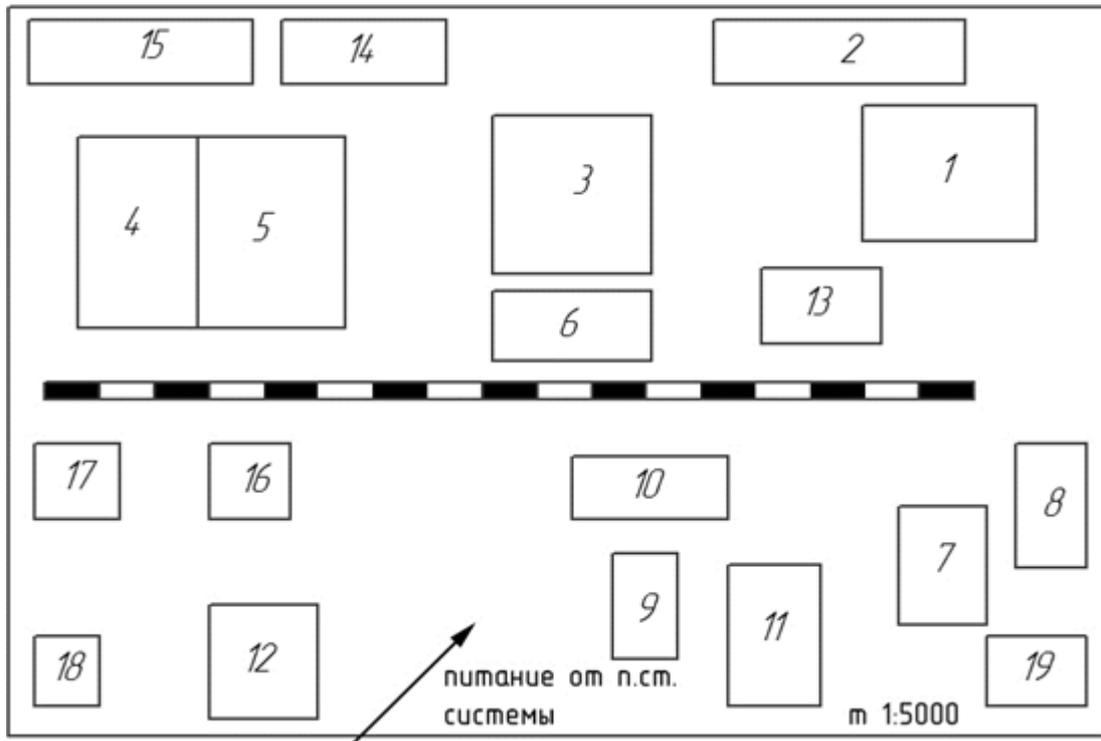


Рис. 1. 5. Генплан завода сельскохозяйственного машиностроения

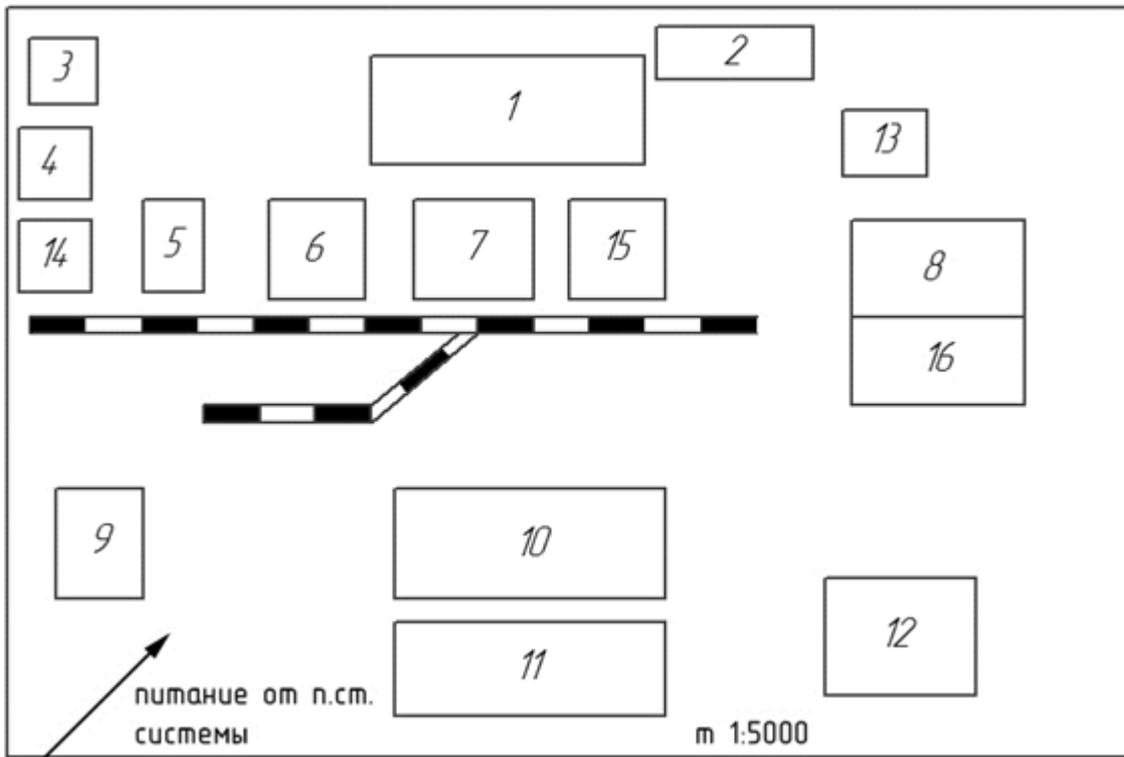


Рис. 1.6. Завод по производству минеральной воды и безалкогольных напитков

Сведения об электрических нагрузках
завода по производству минеральной воды и безалкогольных напитков

Задание № 6

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Главный корпус	8500	750 0	6800	4000	350 0	1900	2400	5800	7200	6000
2	Административное здание	650	350	450	250	600	550	300	500	390	480
3	Склад запчастей с бытовыми помещениями	250	100	150	120	200	90	130	110	140	95
4	Производственное здание	1250	850	700	660	600	900	1000	800	770	930
5	Склад прирельсовый	690	630	700	1200	100 0	1100	800	750	600	1200
6	Деревообрабатывающий	-	400	300	-	200	500	550	-	430	380
7	Ремонтно-механический цех	850	700	660	600	-	-	-	770	930	-
8	Склад тары	600	500	400	700	520	450	610	570	520	480
9	Металлический склад	354	200	250	400	300	200	360	500	400	500
10	Цех по переработке растительного сырья	3060	125 0	2300	2720	324 0	1580	1960	2470	3190	3340
11	Корпус розлива питьевой воды	3650	280 0	1900	1550	240 0	3000	2700	1600	2750	1680
12	Теплая стоянка автотранспорта	930	630	700	1200	100 0	1100	800	750	600	1200
13	Компрессорная										
	10кВ	1000	500	550	400	700	600	650	450	750	920
	0,38 кВ	240	100	58	85	83	75	120	110	93	80
14	Цех по производству диоксида углерода	280	250	300	320	240	280	260	270	190	340
15	Кузнечный	300	-	-	200	230	190	160	300	-	200
16	Подъездные ЖД пути	1800	140 0	1500	700	990	1390	2420	720	1690	1200
	Длина питающей линии, км	6	3	2	5	10	1,5	4,6	5,7	8	5

Сведения об электрических нагрузках
текстильного комбината

Задание № 7

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прядильный	900	890	800	390	700	650	690	700	950	850
2	Красильный	400	500	700	590	390	420	720	690	990	350
3	Ткацкий цех	700	900	600	390	490	250	280	680	590	800
4	Электроцех	400	300	250	-	500	450	370	430	-	350
5	Литейный										
	10 кВ	900	890	800	390	700	650	690	700	950	850
	0,38 кВ	-	270	-	460	-	200	360	-	400	-
6	Котельная	880	290	400	390	400	500	360	950	800	700
7	Механический	400	-	700	590	390	-	-	690	990	350
8	Швейная фабрика	1500	900	600	390	490	1250	980	680	590	800
9	Столярный	800	900	480	700	920	950	560	600	800	850
10	Заводоуправление	250	300	320	240	280	260	270	190	340	380
11	Гараж	180	250	200	230	190	160	300	240	200	160
12	Склад готовых изделий	100	60	54	65	33	70	40	55	30	35
13	Насосная										
	10 кВ (АД)	1200	1600	2200	2400	3100	3050	1500	1200	1400	840
	0,38 кВ	1180	1400	1600	2100	1500	2500	2700	1000	2400	2000
	Длина питающей линии, км	8	7	5,5	12	14	15	3	6	4,3	11

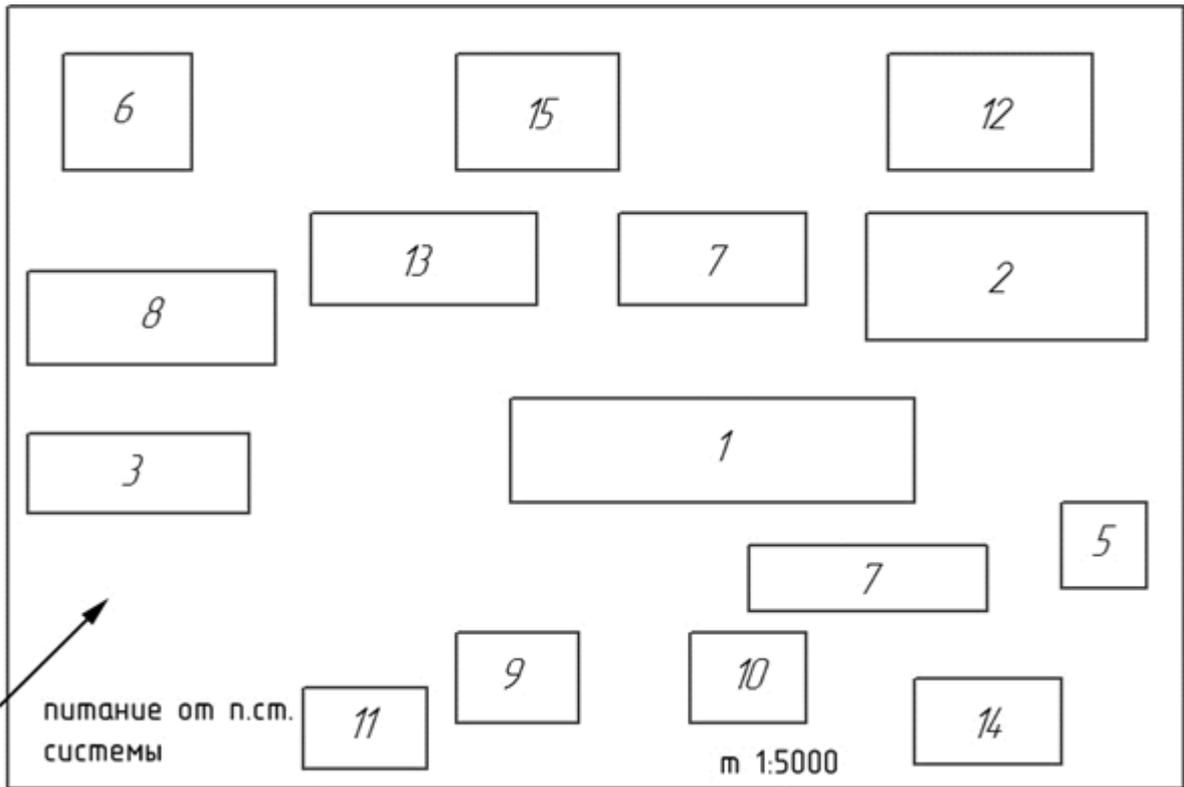


Рис. 1.7. Генплан текстильного комбината

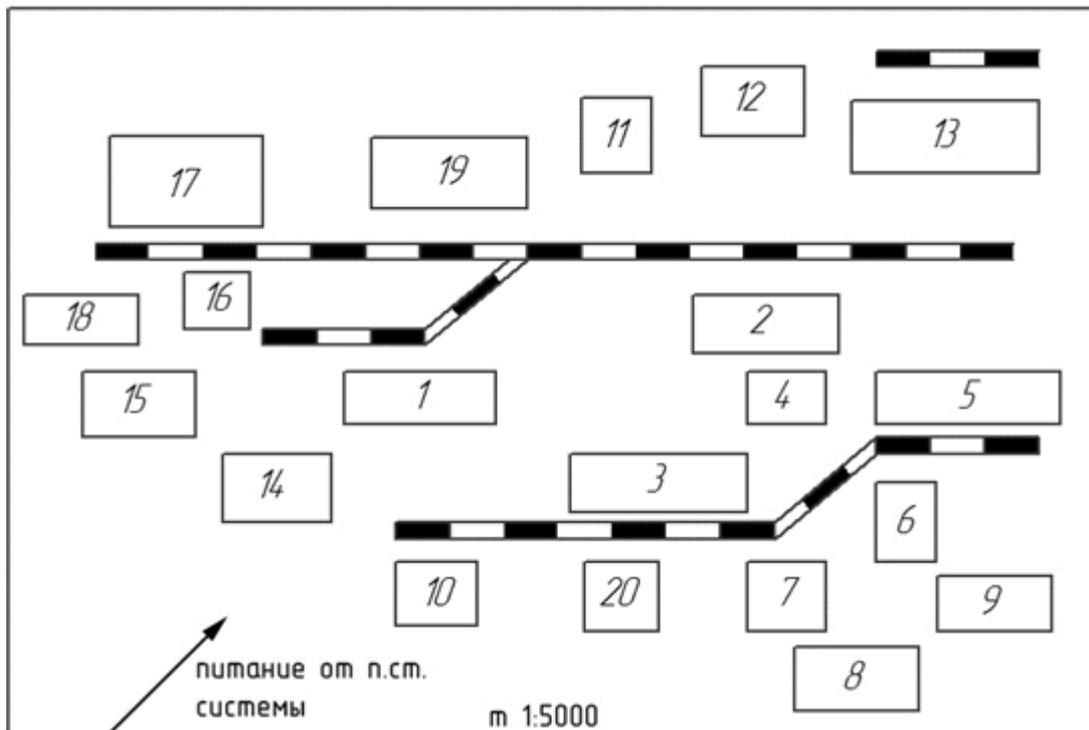


Рис. 1.8. Генплан домостроительной компании

Сведения об электрических нагрузках
домостроительной компании

Задание № 8

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Администрация завода	400	300	320	240	280	260	270	190	350	150
2	Арматурный цех	1600	-	1700	-	1390	-	1720	690	-	2350
3	Площадка для открытых работ	450	500	700	590	490	250	300	240	200	300
4	Закрытое помещение для сварщиков	800	860	400	520	640	350	210	340	860	400
5	Механический	300	700	900	600	400	500	1000	-	800	-
6	Опалубочный цех	500	370	270	200	300	390	200	280	250	400
7	Кузница	1200	1400	500	700	590	1390	420	720	1690	990
8	Асфальтобетонный цех	1500	1850	700	1660	1200	900	1300	800	770	930
9	Битумный склад	150	200	230	250	180	160	170	210	280	320
10	Котельная	900	200	800	600	500	820	360	190	280	560
11	Электроцех	500	120	110	120	140	130	-	137	145	135
12	Полигон №2	250	100	97	112	125	85	118	90	80	80
13	Полигон №3	350	500	530	470	450	510	400	480	510	520
14	Компрессорная:										
	10кВ (2хСД)	600	900	890	800	390	700	650	690	700	950
	0,38кВ	400	360	200	250	280	290	390	300	200	270
15	Дробильный цех №1	1200	800	700	760	850	690	800	900	960	900
16	Инструментальный	-	490	-	340	-	650	520	330	300	750
17	Дробильный цех №2	950	850	780	900	680	840	800	960	750	700
18	Известняковый цех	650	500	700	490	900	800	960	790	500	780
19	Цех перегородок	700	700	900	600	390	490	250	280	680	590
20	Контора реализации	250	100	97	112	125	85	118	90	80	80
	Длина питающей линии, км	5,3	4,7	5,9	6	7	9	10	15	13	4

1 Сведения об электрических нагрузках
химического комбината

Задание № 9

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Литьевой цех	2760	1600	350 0	470 0	290 0	-	1550	220 0	3150	3490
2	Прессовый цех	5300	4500	340 0	270 0	252 0	310 0	3610	405 0	3520	2480
3	Литьевой цех	1350	1800	170 0	160 0	590	750	1200	-	900	1350
4	Цех поллимитов	1860	630	170 0	120 0	100 0	160 0	800	145 0	1400	1560
5	Цех сополимеров	1760	600	150 0	240 0	130 0	145 0	2070	265 0	1750	1620
6	Цех смол	1230	900	890	800	390	700	650	690	700	950
7	Цех пылеулавливания	1410	-	-	120 0	-	110 0	800	750	-	1200
8	Станция нейтрализации	1580	800	700	400	100 0	500	900	450	830	1100
9	Пресс порошки и текстолиты	2900	1180	140 0	160 0	210 0	150 0	2500	270 0	1000	2400
10	Цех текстолитов	1300	1180	140 0	160 0	210 0	150 0	2500	270 0	1000	2400
11	Цех формалина	2750	1400	200 0	405 0	100 0	310 0	2500	140 0	810	1840
12	Инструментальный цех	280	50	20	60	70	55	47	45	30	-
13	Электроцех	-	600	500	-	900	400	550	730	650	490
14	Ремонтный цех	1720	500	1400	700	920	450	1610	570	600	480
15	Заводоуправление	170	320	250	480	150	120	140	180	210	150
16	Склады(1-5)	500	300	120	140	350	520	400	720	180	440
17	Строительный цех	250	320	250	480	150	120	140	180	210	150
18	Мойка тары	130	200	220	180	190	210	200	300	350	150
19	Склад готовой продукции	840	860	400	520	640	350	210	340	500	420
20	Столовая	120	300	120	140	350	220	100	2220	180	300
Длина питающей линии, км		6	13	22	5	10	11,5	14,6	7	8	15

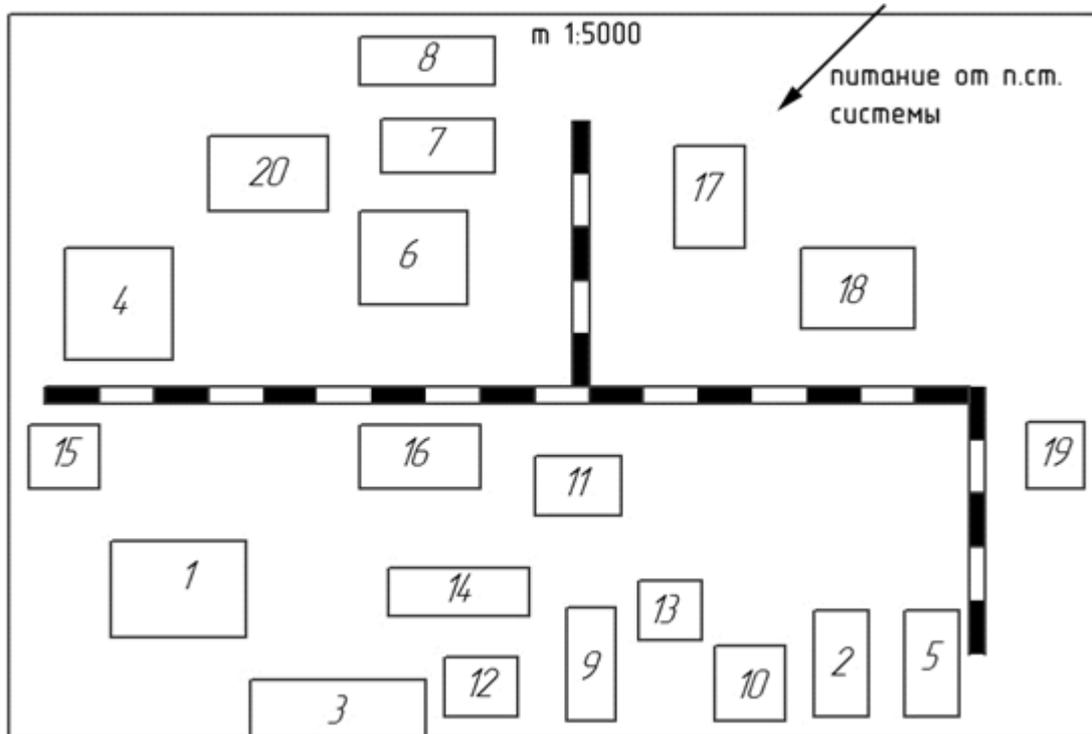


Рис. 1.9. Генплан химического комбината

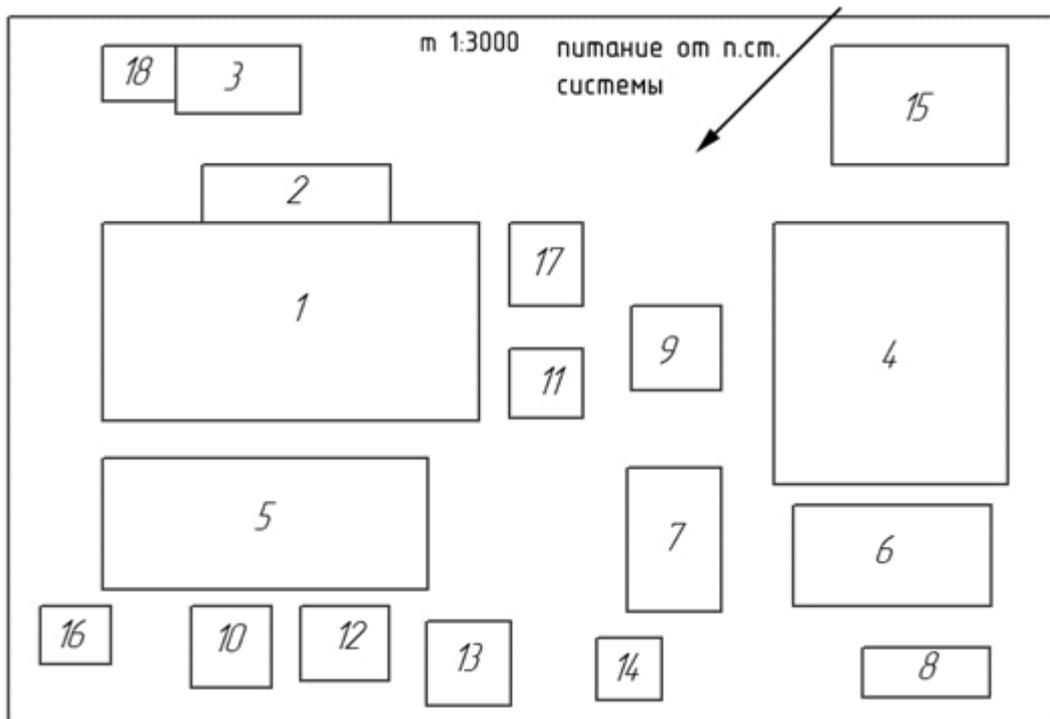


Рис. 1.10. Генплан механического завода

Сведения об электрических нагрузках
механического завода

Задание № 10

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Сборочный цех	-	-	780	-	-	840	800	960	750	700
2	Бытовые помещения	660	600	700	720	580	500	480	800	820	680
3	Заводуправление	500	800	600	660	580	630	700	900	780	580
4	Механический цех	660	600	-	720	580	-	480	800	820	680
5	Опытно-экспериментальный цех	100 0	1100	150 0	100 0	120 0	130 0	800	140 0	1000	1200
6	Цех сварки биметаллов	220 0	1100	340 0	144 0	380 0	270 0	1300	232 0	5850	4600
7	Цех новых материалов	190 0	800	260 0	100 0	370 0	168 0	2850	980	1750	1100
8	Блок складов	660	600	700	720	580	500	480	800	820	680
9	Открытый склад	60	75	50	90	105	75	100	75	105	110
10	Автокомпрессорная станция										
	10кВ (СД)	250 0	2800	170 0	140 0	210 0	200 0	1800	190 0	1740	1600
	0,38кВ	800	900	500	700	600	860	700	860	260	550
11	Штамповочный	660	600	700	720	580	500	480	800	-	-
12	Очистные сооружения	250 0	2800	1700	1400	2100	2000	1800	1900	1740	1600
13	Насосная ст. обратного водоснабжения	250	300	220	200	190	180	260	310	170	160
14	Станция противопожарного водоснабжения	500	450	480	440	290	550	470	400	600	370
15	РМЦ	500	280	440	750	300	240	-	-	600	200
16	Градирня №1	500	290	900	730	440	600	400	390	380	700
17	Градирня №2	910	850	780	900	680	840	800	960	750	700
18	Столовая	100	150	200	100	110	150	170	110	170	300
	Длина питающей линии, км	12	13	14	15	20	16	17	18	9	10

Сведения об электрических нагрузках
завода химических препаратов

Задание № 11

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Прядильно – отделочный цех	7060	6075	5550	4090	3105	2075	3500	6500	1050	2700
2	Химический цех №1	3660	4600	5700	6720	7580	8500	3080	2800	1820	5000
3	Химический цех №2	630	700	900	780	580	850	900	680	840	800
4	Кислотная станция	2660	1600	1900	3720	3080	3500	2480	2800	3820	1380
5	Корпус вакуумной выпарки	1000	2100	1500	3000	1800	1300	800	1400	2500	1200
6	Цех регенерации сероуглерода	2200	1100	3400	1440	3800	2700	1300	2320	5850	4600
7	Холодильно – компрессорный цех	1900	800	2600	1000	3700	1680	2850	980	1750	1100
8	Насосная	660	600	700	720	580	500	480	800	820	680
	10кВ (СД)	2200	1100	3400	1440	3800	2700	1300	2320	5850	4600
	0,38кВ	1500	2100	2500	1100	1400	2000	1200	1400	920	2100
9	Отделение фильтров	1200	1400	900	1200	1900	1200	1500	1700	1700	840
10	Штамповочный	800	900	480	-	-	950	-	860	260	550
11	Заводоуправление	660	600	700	420	580	500	480	800	820	380
12	Гараж	100	150	200	100	110	150	170	110	170	300
13	Инструментальный	250	300	220	200	190	180	260	-	-	160
14	Цех отчистки вентиляционного воздуха от сероуглерода										
	10кВ	4200	6600	6200	4000	2100	1400	5000	5200	4000	5100
	0,38кВ	500	290	900	730	440	600	400	390	380	700
15	Фильтровальная станция	500	450	480	440	290	550	470	400	600	370
16	Водооборотная станция										
	10кВ	2500	2800	1700	1400	2100	2000	1800	1900	1740	1600
	0,38кВ	1200	1600	2200	2400	3100	3050	1500	1200	1400	840
17	Ремонтно-механический	-	450	-	440	290	-	470	400	600	370

	цех										
18	Насосная 10 кВ	6400	7000	5050	9000	7100	6500	5400	8100	8400	6200
19	Электроцех	600	-	400	700	250	1100	300	500	1000	-
	Длина питающей линии, км	12	13	14	15	20	16	17	18	9	10

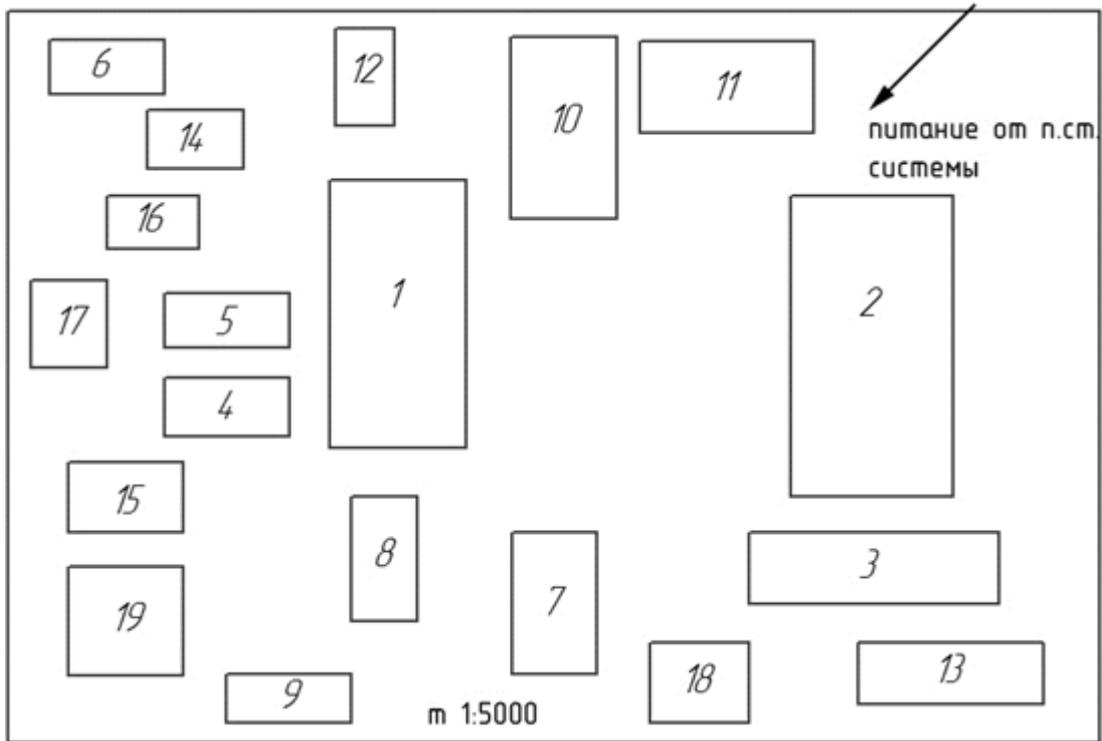


Рис. 1.11. Генплан завода химических препаратов

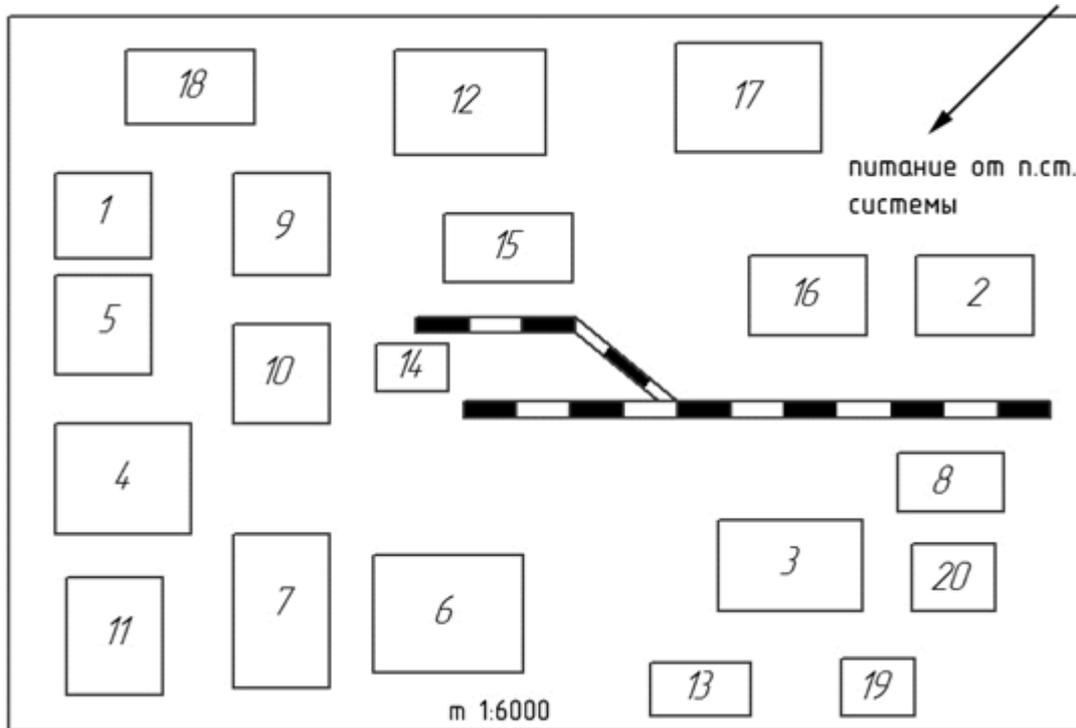


Рис. 1.12. Генплан предприятия по производству кабельной продукции

Сведения об электрических нагрузках
предприятия по производству кабельной продукции

Задание № 12

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Волоочильный цех	3500	1600	2500	4200	2900	1400	1950	2200	3150	2700
2	Склад каучука	80	50	20	60	70	55	47	45	30	43
3	Цех телефонных кабелей	1200	1800	1700	1600	-	-	-	1390	920	-
4	Резиносмесительный цех										
	10кВ (СД)	1260	600	1500	2400	1300	1450	2070	2650	1750	1620
	0,38кВ	2500	2630	1700	1200	1000	1600	800	1450	1400	1560
5	Цех силовых и контрольных кабелей	2800	3500	2400	2700	2920	3100	3610	4050	3520	1480
6	Цех по производству шахтных, экскаваторных кабелей	2900	4500	3400	2700	2520	3100	3610	4050	3520	2480
7	Тарный цех	300	200	220	180	190	210	200	300	350	150
8	Транспортно-складской цех	700	860	400	520	640	350	210	340	500	420
9	Ремонтно-строительный цех	100	40	40	40	60	40	80	40	80	80
10	Штампорочный	1060	1600	-	1250	2900	1400	1550	2200	-	1490
11	Электроцех	550	600	500	700	900	400	550	-	650	490
12	Котельная	2900	1400	2000	4050	1000	3100	2500	1400	810	1840
13	Заводоуправление	325	320	250	480	150	120	140	180	210	150
14	Гараж	375	300	120	140	350	520	400	720	180	440
15	Склад	65	320	250	480	150	120	140	180	210	150
16	Склад сажи	45	60	30	40	50	70	30	40	60	45
17	Механический	600	-	300	-	270	280	420	330	370	410
18	Кузнечный	-	300	120	140	350	220	100	2220	180	300
19	Столовая	300	150	120	170	240	170	150	230	250	400
20	Лаборатория	400	150	200	220	170	160	210	150	90	130
	Длина питающей линии, км	10	15	14	13,5	20	21	22	8	9	17

Сведения об электрических нагрузках
котельного завода

Задание № 13

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Склад ГСМ	320	250	480	150	120	140	180	210	150	450
2	Склад вспомогательный	80	50	20	60	70	55	47	45	30	43
3	Склад тарного хранения	20	30	10	40	20	50	40	30	20	15
4	Автотранспортный цех	100	150	200	100	110	150	170	110	170	300
5	Склад цемента	120	60	150	240	130	140	200	260	170	160
6	Сборочный цех	200	230	170	120	100 0	160 0	-	145 0	140	-
7	Инженерно - лабораторный корпус	280	350	240	270	290	310	360	405	320	180
8	Заводоуправление	290	450	340	270	252	310	360	405	350	240
9	Корпус административно-бытовой	300	200	220	180	190	210	200	300	350	150
10	Комбинат общественного питания	270	186	400	320	240	350	210	340	500	420
11	Овощехранилище	100	40	40	40	60	40	80	40	80	80
12	Склад арматуры	325	320	250	480	150	120	140	180	210	150
13	Кислородная станция	550	600	500	700	900	400	550	490	650	490
14	Градирня	150	120	170	240	170	150	230	250	400	270
15	Станция газификации	660	600	700	720	580	500	480	800	820	680
16	Корпус тарный	375	300	120	140	350	520	400	720	180	440
17	Инструментальный	65	320	-	480	150	-	140	180	210	150
18	Склад тарного хранения 2	45	60	30	40	50	70	30	40	60	45
19	Ремонтно-механический	600	-	300	-	270	280	420	330	370	410
20	Литейный цех	290 0	1400	2000	4050	-	3100	2500	-	-	184 0
21	Склад мазута	300	150	120	170	240	170	150	230	250	400
22	Испытательная станция	400	150	200	220	170	160	210	150	90	130
23	Склад готовой продукции	150	270	110	170	300	150	250	480	150	120
24	Кузнечный цех	-	120	140	350	520	400	720	180	440	280
Длина питающей линии, км		10	15	14	13,5	20	21	22	8	9	17

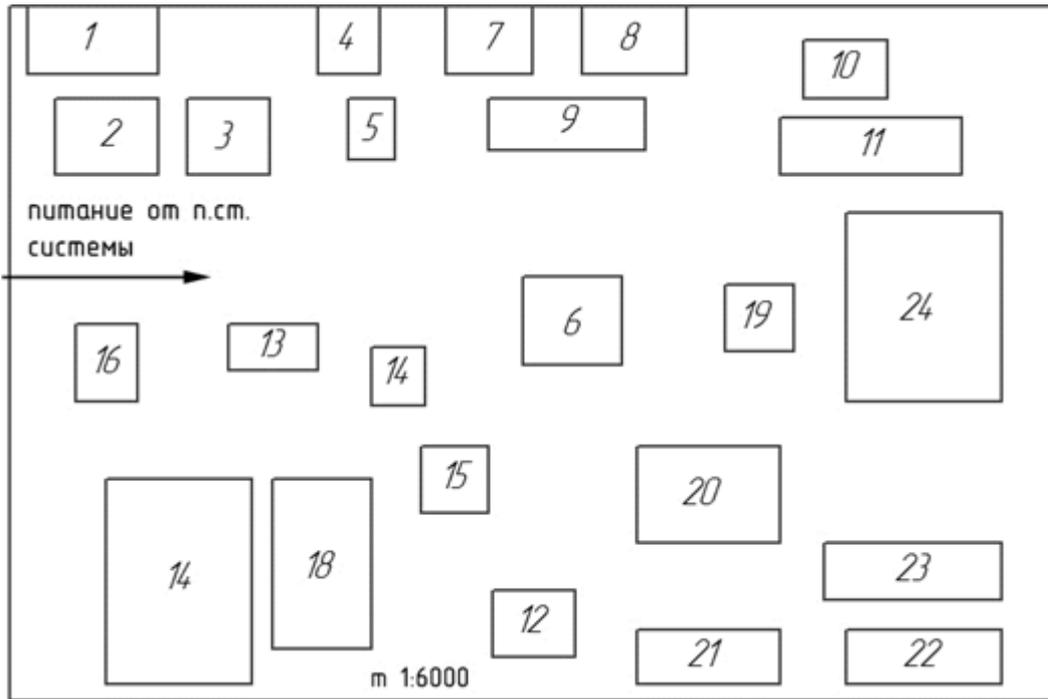


Рис. 1.13. Генплан котельного завода

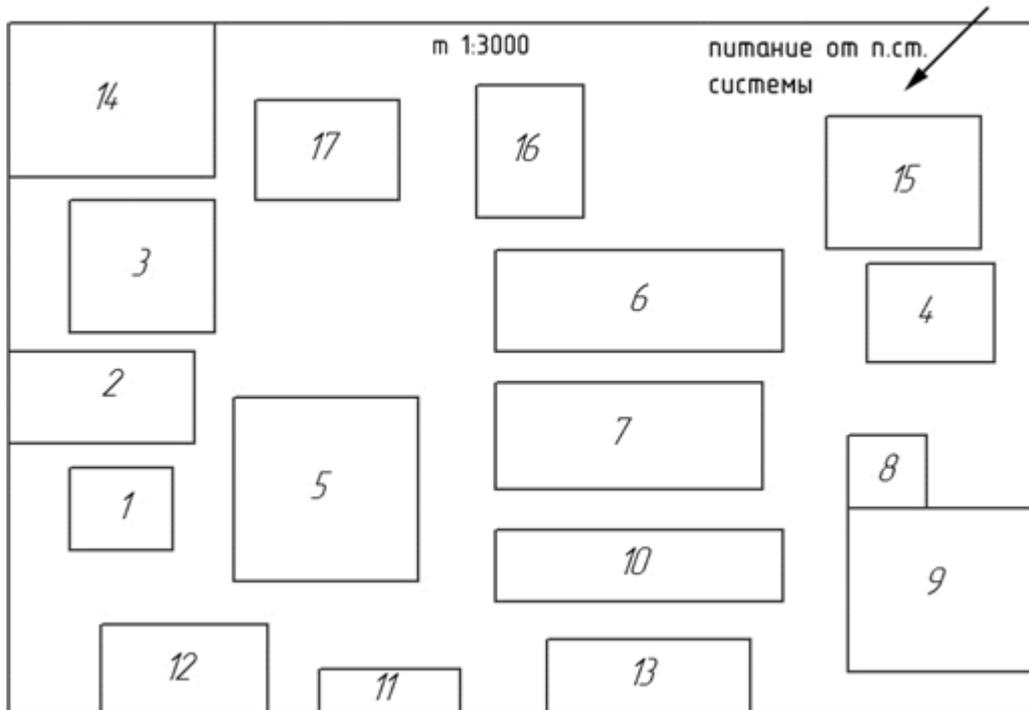


Рис. 1.14. Генплан инструментального завода

Сведения об электрических нагрузках
инструментального завода

Задание № 14

№	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Электроцех	910	850	780	900	680	840	800	960	750	700
2	Инструментальный цех	660	600	700	720	580	500	480	800	820	680
3	Цех термообработки	1500	1800	1600	960	1380	1030	1400	900	780	1200
4	Цех нестандартного оборудования	260	280	320	400	200	620	470	300	440	420
5	Токарно-автоматный цех	1200	1000	1400	440	800	700	1300	1320	850	600
6	Сборочный цех	-	600	380	280	620	400	450	570	-	350
7	Штамповочный цех	900	-	600	550	700	680	850	980	750	-
8	Компрессорная:										
	10кВ (СД)	2600	300	1500	3400	4000	3660	4300	5000	2200	3500
	0,38кВ	500	280	440	750	300	240	580	440	600	200
11	Гальванический цех	1300	2580	2000	1600	3220	3000	4500	1920	2700	3510
12	Механический цех	800	900	-	700	600	860	700	-	1260	1550
13	Заводоуправление	60	75	50	90	105	75	100	75	105	110
14	Столовая - бытовая	2500	2800	1700	1400	2100	2000	1800	1900	1740	1600
15	Инструментальный	250	300	220	-	190	-	260	310	170	160
16	Кузнечно-прессовый цех	500	450	480	440	290	550	470	400	600	370
17	Склады	80	70	76	85	60	80	90	96	100	50
18	Тарный цех	500	290	700	430	340	600	400	390	380	700
19	Литейный цех										
20	дуговые печи 5 т.× 2 шт.	см. по каталогу									
21	0,38 кВ	2500	1800	1600	2660	-	1630	-	900	1780	2580
	Длина питающей линии, км	10	15	14	13,5	20	21	22	8	9	17

Сведения об электрических нагрузках
машиностроительного завода

Задание № 15

	Наименование цеха	Установленная мощность, кВт									
		Номер варианта задания									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Кузнечный	1180	1400	1600	2100	-	-	2700	1000	2400	2000
2	Механосборочный цех	1200	1600	2200	2400	3100	3050	1500	1200	1400	840
3	Литейный цех	6500	-	8100	-	6200	6400	7000	-	9000	7100
4	Металлопрокатный цех	1300	1200	1700	1600	2500	1500	1650	1200	1100	900
5	Инструментальный цех	-	400	-	640	350	210	340	500	-	180
6	Заводоуправление	320	250	480	150	120	140	180	210	150	450
7	Цех консервации и упаковки	200	300	150	250	440	400	520	210	340	230
8	Заготовительно-сварочный цех	1500	2100	2500	1100	1400	2000	1200	1400	920	2100
9	Термический цех	6400	7000	5050	9000	7100	6500	5400	8100	8400	6200
10	Механический цех	1600	2200	1400	1100	3100	1250	-	750	1400	-
11	Автотранспортный цех	300	120	140	350	520	400	720	180	440	280
12	Инженерный корпус	3600	3000	2200	3200	2500	1400	1000	1700	820	750
13	Котельная	520	400	670	900	500	700	1000	800	600	950
14	Компрессорная:										
	10кВ (СД)	2400	1200	1400	1700	1500	2100	3200	1100	2200	2000
	0,38кВ	20	40	70	80	45	34	25	47	96	100
15	Насосная обратного водоснабжения	1200	1400	900	1200	1900	1200	1500	1700	1700	840
16	Насосно-фильтровальная станция	200	800	600	500	820	360	190	280	560	700
17	Насосная производственного обратного водоснабжения	150	200	220	170	160	210	150	90	130	120
18	Градирная	180	250	200	230	190	160	300	240	200	160
19	Станция очистки масел	100	60	54	65	33	70	40	55	30	35
20	Склад химикатов	160	120	180	140	100	90	150	130	80	110
21	Склад ГСМ и ЛВЖ	120	110	120	140	130	125	137	145	135	115
22	Склад готовой продукции	100	97	112	125	85	118	90	80	80	85
23	Блок складов	50	20	60	70	55	47	45	30	43	62
24	Столовая	200	300	150	250	440	400	520	210	340	230
	Длина питающей линии, км	10	13	15	16	3	5	7	9	10,4	13

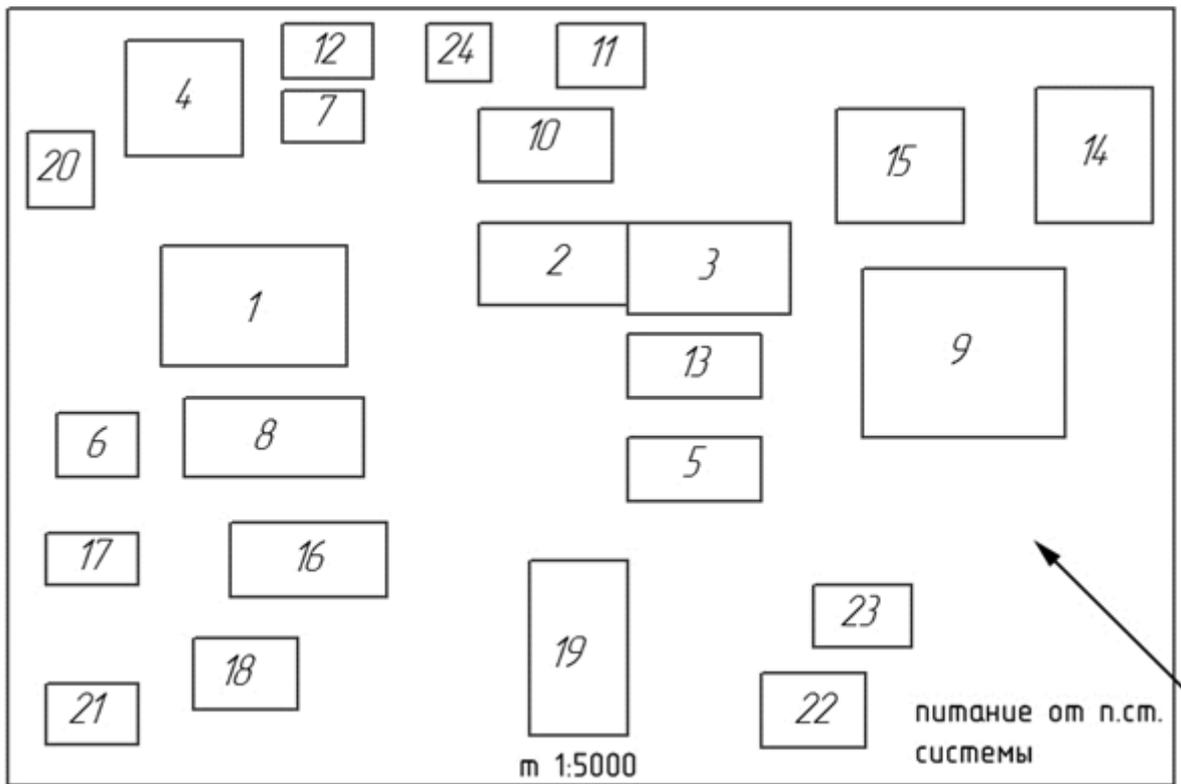


Рис. 1.15. Генплан машиностроительного завода

Список литературы

1. Быстрицкий Г.Ф. Основы энергетики. – М.: КноРус, 2013. – 278 с. ил.
2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии. – М.: КноРус, 2015. – 724 с. ил.
3. Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Академия, 2013. – 672 с. ил.
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение. – М.: Академия, 2013. – 672 с. ил.
5. Шаров Ю.В. Электроэнергетика. – М.: Инфра-М, 2016. – 384 с. ил.
6. Кудинов А.А. Тепловые электрические станции. Схемы и оборудование: Учебное пособие. – М.: Инфра-М, 2015. – 376 с. ил.
7. Грунтович Н.В. Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. – М.: Инфра-М, 2013. – 271 с. ил.
8. Анчарова Т.В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: Учебник. – М.: Инфра-М, 2016. – 416 с. ил.
9. Сибикин Ю.Д. Технология энергоснабжения: Учебник – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Форум, 2015. – 352 с. ил.
10. Сибикин Ю.Д. Электрические подстанции. – М.: РадиоСофт, 2014. – 141 с. ил.
11. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии/ под ред. В.В. Денисова. – М.: Феникс, 2015. – 382 с. ил.
12. Шабад В.К. Электромеханические переходные процессы в электроэнергетических системах. – М.: Академия, 2013. – 193 с. ил.
13. Сибикин Ю.Д., Сибикин М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. – М.: КноРус, 2016. – 240 с. ил.
14. Важов В.Ф. Техника высоких напряжений: Учебник. – М.: Инфра-М, 2016. – 264 с. ил.
15. Ушаков В.Я. Электроэнергетические системы и сети. – М.: Юрайт, 2016. – 446 с. ил.
16. Климова Г.Н. Электроэнергетические системы и сети. Энергосбережение. 2-е изд. – М.: Юрайт, 2016. – 179 с. ил.
17. Бачаров Ю.Н. Техника высоких напряжений. – М.: Юрайт, 2016. – 264 с. ил.
18. Хрущев Ю.В. Электроэнергетические системы и сети. Электрические переходные процессы. – М.: Юрайт, 2016. – 153 с. ил.
19. Исмагилов Ф.Р. Основные вопросы проектирования воздушных линий электропередач: Учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2015. – 211 с. ил.
20. Фролов Ю.М., Шелякин В.П. Основы электроснабжения. – СПб.: Лань, 2013. – 432 с. ил.
21. Почаевец В.С. Электрические подстанции: Учебник. – М.: Маршрут, 2012. – 492 с. ил.