




СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
SIBERIAN FEDERAL UNIVERSITY

Б.С. Заварыкин, С.В. Кузьмин, В.М. Соломенцев

# ИСТОРИЯ ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ ГОРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Учебное  
пособие

УМО



ИНСТИТУТ ГОРНОГО ДЕЛА, ГЕОЛОГИИ  
И ГИДРОТЕХНОЛОГИЙ  
ГОРНОЕ ДЕЛО

**Борис Сергеевич Заварыкин**  
**Владимир Михайлович Соломенцев**  
**Сергей Васильевич Кузьмин**  
**История электрификации**  
**горной промышленности**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=40132000](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=40132000)*  
*История электрификации горной промышленности:*  
*ISBN 978-5-7638-2995-2*

### **Аннотация**

Рассмотрены основные этапы развития теоретических основ электротехники и создания электрической техники. Приведены краткая характеристика горного производства и сведения из истории электрификации горного производства. Рассмотрена энергосистема и элементы, входящие в нее. Изложены основные принципы электроснабжения и схемы электроснабжения горных предприятий, особенности эксплуатации и требования, предъявляемые к элементам электроснабжения на горных работах. Описаны основные электросетевые устройства, входящие в эти схемы, их достоинства и недостатки. Рассмотрены новые электросетевые устройства, которые находят широкое применение на горных работах в настоящее время. Приведена краткая характеристика основных потребителей электроэнергии.

Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки (специальности) «Горное дело» (специализация «Электрификация и автоматизация горного производства»).

# Содержание

Основные сокращения	5
Предисловие	9
Введение	11
1. Краткие этапы развития электрификации и горной промышленности	17
1.1. История электрификации	17
1.2. История горной промышленности	23
2. Энергосистема	34
2.1. Общие сведения	34
Конец ознакомительного фрагмента.	36

# **Б.С. Заварыкин, С.В. Кузьмин, В.М. Соломенцев**

## **История электрификации горной промышленности**

### **Основные сокращения**

**АЭС** – атомная электростанция

**АВН** – аппараты высокого напряжения

**АВР** – автоматическое включение резерва

**ВН** – высшее напряжение

**ВЛ** – воздушная ЛЭП

**ВИЭ** – возобновляемый источник питания

**ВЛЭП** – воздушная линия электропередачи

**ВЧ** – высокой частоты

**ГЭУ** – гидроэнергетическая установка

**ГЭС** – гидроэлектрическая станция

**ГАЭС** – гидроаккумулирующая станция

**ГТЭС** – геотермальные станции

**ГЛЭС** – гелиоэлектростанции

**ГПП** – главная понизительная подстанция

**ДЭС** – дизельная электростанция

ДРЛ – дуговая ртутная лампа

ДРИ – металлогенная лампа

ДНаТ– дуговая, натриевая, трубчатая лампа

ЕПБ – единые правила безопасности

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

КРУ – комплектное распределительное устройство

КТП – комплектная трансформаторная подстанция

КРП – карьерный распределительный пункт

КЛ – кабельная линия

КРУН – комплектное распределительное устройство наружной установки

КПД – коэффициент полезного действия

КЗ – короткое замыкание

ЛЭП – линия электропередачи

МТП – мачтовая трансформаторная подстанция

МТЗ – максимально – токовая защита

НН – низшее напряжение

ОРУ – открытое распределительное устройство

ОПП – одиночный распределительный пункт

ПКТП – передвижная комплектная трансформаторная подстанция

ПТЛА – передвижная трансформаторная подстанция (автомобильная)

ПСКТП – передвижная комплектная трансформаторная подстанция с сухим трансформатором

ПЭС – приливные электростанции

ПУПП – передвижная участковая трансформаторная подстанция

ПУЭ – правила устройства электроустановок

ПБ – правила безопасности

ПКО – передвижная комплектная осветительная подстанция

ПРП – передвижной распределительный пункт

ПП – приключательный пункт

ППП – передвижной приключательный пункт

ПКРН – передвижная комплектная распределительная наружная

ПТБ – правила технической безопасности

ПТЭ – правила технической эксплуатации

РП – распределительный пункт

РУ – распределительное устройство

РВНО – распределительное высокого напряжения оди-  
ночное

РВЛ – рудничный взрывобезопасный люминесцентный

СКТП – сборно-разборная трансформаторная подстан-  
ция

СРВИ – светильник рудничный взрыво-искробезопасный

ТЭЦ – теплоцентраль

ТЭС – теплоэлектростанция

ТСН – трансформатор собственных нужд

ТН – трансформатор напряжения

УПП – участковая понизительная подстанция

ЦПП – центральная понизительная подстанция

ЦРП – центральный распределительный пункт

ЯКНО – ячейка комплектная наружная одиночная

# Предисловие

Электрификация горных предприятий имеет исключительное значение как основная энергетическая база комплексной механизации и автоматизации горных работ. Современные карьеры и разрезы – крупные потребители электрической энергии, обладающие характерными особенностями, связанными с работой машин и агрегатов в условиях горных работ. Специфика горных работ обусловила ряд специальных требований к электроснабжению предприятий и решению ряда проблем по соблюдению требований безопасности при эксплуатации электрохозяйства.

В отечественной литературе немало работ, посвященных всемирной и отечественной истории электротехники, жизни и творчеству ученых, внесших большой вклад в развитие данной науки и отрасли промышленности. Но отсутствуют работы, посвященные истории развития электрификации горных работ, хотя потребность в подобных исследованиях достаточно велика, тем более что речь идет о развитии электрификации горных работ как одной из главных составляющих любого современного производства.

Перед авторами стояла непростая задача – при небольшом количестве материала и отсутствии архивных данных, отражающих историю электрификации горных работ, создать учебное пособие.

Авторы использовали исследования М.И. Озерного, С.А. Волотковского, Л.В. Гладилина, В.И. Щуцкого, Б.П. Белых, Б.И. Заславца, В.А. Голубева, Л.А. Плащанского, С.А. Ала-торцева, В.И. Серова, В.В. Школяренко, В.С. Виноградова, В.В. Дегтярева, А.Ф. Гончарова, В.А. Котлярчука, Н.Н. Чулкова и др., а также воспоминания работников энергомеханической службы бывшего производственного объединения «Красноярскуголь».

Авторы выражают благодарность за оказанную помощь заслуженному энергетiku России, профессору, кандидату технических наук Я.А. Кунгсу и бывшему главному механику Ирша-Бородинского разрезуправления В.И. Зудину.

# Введение

Знание истории развития науки и техники дает возможность правильно оценить существующую обстановку в электроэнергетической отрасли, учесть опыт предшествующих поколений и развивать отрасль с учетом этих факторов.

Развитие электроэнергетики – это мощная сила, которая влияет на жизненный уровень людей, изменяет характер общества, выступает причиной социальных перемен и направляет общественное развитие.

Слово «электричество» воспринимается в максимально широком смысле как обширнейшая область применения, включающая свойства, действия, проявление, получение, преобразование, передачу, распределение и, наконец, использование электричества как материала и энергии во всех видах.

Хотя рождение этого слова относят к эпохе античности, лишь к XIX в. была сформирована электрическая наука (1800–1830) и создана (1880) электрическая техника. Наука превратилась в теоретические основы электротехники (ТОЭ), а техника – в электротехнику как отрасль промышленности и сферу деятельности, в частности в направление высшего образования.

Электротехника начиналась с изобретений и экспериментов. Так, изобретение А. Вольтом гальванического эле-

мента (1799) и исследования накаливания проводников током (1800) позволили предсказать появление электроосвещения и электротермии, изучать электролиз, гальваностегию и гальванопластику, открыть электрическую дугу (В.В. Петров, 1802) и начать ее применение для освещения, сварки и пайки.

Введение А. Ампером (1820) понятия о направлениях тока наряду с исследованиями Ж. Био и Ф. Савари (1820) по взаимодействию тока и магнитного поля, установление закона Ома (1827) и законов Кирхгофа (1845), работы М. Фарадея по вращению проводника с током (1821) и электромагнитной индукции (1831), исследование Э.Х. Ленцом обратимости электрических машин (1833) привели к созданию сначала прообраза генератора (Фарадей, 1831), а затем и к изготовлению И. Пикси (по заказу Ампера) электромагнитного генератора постоянного и переменного тока (1832), Б.С. Якоби – электродвигателя с непосредственным вращением якоря (1834), Дж. Вулричем – генераторов для питания гальванической ванны (1842).

Самовозбуждение машин, открытое В. Сименсом (1866) вместе с Г. Уайлдом (1863), открытие явления вращающегося магнитного поля, создание системы двухфазного тока Г. Феррарис (1885) и ее развитие (Н. Тесла, 1886), изобретение П.Н. Яблочковым (1876) и И.Ф. Усагиным (1882) трансформатора, М.О. Доливо-Добровольским асинхронного двигателя с «беличей клеткой» (1882) и трехфазного трансформа-

тора с параллельными стержнями (1891), изолирование провода шелком (Дж. Генри, 1827), применение бесшовной резиновой изоляции проводов и кабелей (В. Сименс, 1847) и кабеля со свинцовой оболочкой (Ф. Борель, 1879) определили практическую значимость электрических исследований.

Таким образом, открытия в физике и поиски технических решений уже к концу XIX в. превратили электротехнику во вполне значимую науку и технику. Завершение формирования основ электротехники отразилось в установлении наименования электрических единиц ( CGS – 1881, SI – 1960), характеристик переменного тока (1889) и обозначений (1893) и, наконец, в образовании (1904) Международной электротехнической комиссии – МЭК. Электротехнический отдел Русского технического общества был создан в 1880 г., тогда же начал выходить журнал «Электричество».

С точки зрения мировой истории именно развитие электротехники и ее экспансия во все отрасли техники, а затем и быта привело к развитию электроэнергетики, которая была сформирована в 1870– 1930 гг. (до этого считали технико-экономически бесперспективным создание и электродвигателя, и электрического генератора).

В 1924 г. был образован Мировой энергетический комитет (МИРЭК), призванный решать проблемы большой энергетики.

Можно выделить некоторые события становления большой энергетики:

- Г. Уайлд исследовал синхронизацию двух генераторов переменного тока (1868);
- З.Т. Грамм (1873) изготовил локомобильно-электрогенераторную установку для электроснабжения предприятия;
- Ф.А. Пироцкий исследовал передачу электричества, а Д.А. Лачинов теоретически обосновал вопрос о передаче большого количества электричества на большое расстояние;
- на первом Всемирном конгрессе электриков (1881) с докладом «О передаче и распределении электрических токов» выступил М. Депре, который позднее (1882) построил первую линию электропередачи постоянного тока высокого напряжения (2,4 кВ, 57 км).
- М.О. Доливо-Добровольский соорудил (1891) трехфазную ЛЭП с междуфазным напряжением 13 760–15 200 В для передачи 200 кВт (генератор 210 кВА, 86-95 В, повышающий трансформатор 150) на 175 км;
- Дж. Лейн-Фокс (1880) изобрел первые счетчики электроэнергии. В Англии были введены первые правила устройства электроустановок;
- Г. Феррарис (1884) ввел понятие коэффициента мощности, Э. Томпсон (1886) применил защитное заземление;
- А.Э. Кеннели (1886) получил зависимость между сечением проводника и длительно допустимым током нагрузки;
- П. Бушери установил (1898) конденсаторы для компенсации реактивной мощности;
- В. Петерсен предложил (1917) систему компенсации ем-

костных токов замыкания на землю;

- область устойчивости параллельной работы энергосистем (1920) основополагающими теоретическими работами определил А.А. Горев;

- В.М. Монтсингер (1930) сформулировал основные закономерности между температурой обмотки, нагрузкой и сроком службы силовых трансформаторов;

- И.А. Сыромятников внедрил (1937) самозапуск электродвигателей при кратковременном перерыве питания.

Предпосылкой бурного развития электрификации послужило создание М.О. Доливо-Добровольским трехфазных синхронных генераторов и трансформаторов. Убедительной демонстрацией преимуществ трехфазных цепей была знаменитая Лауфен – Франкфуртская электропередача (1891), сооруженная при активном участии М.О. Доливо-Добровольского. С этого времени возникают мощные электростанции, возрастает напряжение электропередач, возникают новые конструкции электрических машин, аппаратов и приборов. Электродвигатель занимает господствующее положение в системе промышленного электропривода.

В начале XX в. процесс электрификации охватывает новые области народного хозяйства, развиваются электротехнология, электротранспорт и др. В современных условиях электрическая энергия широко используется в самых разнообразных отраслях промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве, быту, что потребовало теоретического

осмысления и математического описания физических процессов, происходящих в электрических машинах, линиях электропередачи, трансформаторах и других электротехнических устройствах.

Рост потребности в постоянном токе (электротранспорт и др.) вызывает необходимость в развитии преобразовательной техники и промышленной электроники. Электротехника становится базой для разработки автоматизированных систем управления энергетическими и производственными процессами. Появление различных электрических машин дало толчок в развитии такой дисциплины, как «Электрический привод». Применение электрического привода и электроснабжения как на горных, так и на других предприятиях, подача потребителям электроэнергии от мощных электрических станций и подстанций называется электрификацией промышленности, являющейся основной энергетической базой комплексной механизации и автоматизации промышленности.

# 1. Краткие этапы развития электрификации и горной промышленности

## 1.1. История электрификации

История электрификации берёт начало в древности, а вернее, начинается в первый день сотворения мира, поскольку первые слова Бога были: «Да будет свет!» Что есть свет? Свет – это форма существования материи в виде электромагнитных колебаний волн. Таким образом, уже первые слова в истории мира утверждали важнейшую роль электрификации не только в существовании отдельно взятого живого организма, но и в глобальном плане – от молекулы до Вселенной.

Начало электрификации относится к концу XIX в., когда были созданы электрические генераторы для производства электроэнергии и освоена ее передача на значительные расстояния.

В 1879 г. в Петербурге построена ТЭС для освещения Литейного моста, несколькими годами позже в Москве – для освещения Лубянского пассажа. Одна из первых ТЭС общего пользования была построена Т.А. Эдисоном в 1882 г. в Нью-Йорке. В 1913 г. Россия занимала 8-е место в мире

по выработке электроэнергии. Электростанции принадлежали главным образом иностранному капиталу. Крупнейшее акционерное «Общество электрического освещения 1886» контролировалось немецкой фирмой «Сименс и Гальске», строившей ТЭС в Петербурге, Москве, Баку, Лодзи и других городах. Мощность электростанций в России в 1900 г. составляла 80 МВт, а в 1913-м – 1141 МВт; они производили 2 млрд кВт ч электроэнергии.

Появление системы трехфазного тока послужило мощным импульсом для широкого использования электрической энергии в промышленности вместо пара, воды и сжатого воздуха.

Горная промышленность явилась фактически первой отраслью, где было положено начало практическому применению электрической энергии.

Вслед за горной промышленностью электричество стало применяться и в других отраслях.

В конце XIX и начале XX в. важнейшей производственной задачей выступила задача экономного энергосбережения промышленных предприятий, которые приобретали все более крупные масштабы. Наиболее гибкой, транспортабельной и легко трансформируемой формой энергии является электрическая энергия, поэтому на первый план выдвигается задача экономического энергоснабжения. Именно этим объясняется тот широко известный факт, что наиболее бурно развивавшейся и качественно ведущей отраслью про-

мышленности в рассматриваемый период становится электропромышленность. В.И. Ленин указывал, что электрическая промышленность была самой типичной для новейших успехов техники, для капитализма конца XIX – начала XX вв.

Перевод народного хозяйства на техническую базу современного крупного производства, связанный с широким внедрением электричества в производство, транспорт, сельское хозяйство и другие отрасли, т.е. тот комплекс мероприятий, который называется электрификацией, составил техническую основу социально-экономических преобразований рассматриваемого периода.

В России наиболее бурно электротехническая промышленность начала развиваться после Великой Октябрьской революции. В эти годы началось восстановление и реконструкция электроэнергетического хозяйства страны, разрушенного в годы Первой мировой (1914–1918) и Гражданской (1918–1920) войн. В декабре 1917 – июне 1918 гг. были национализированы крупнейшие электростанции страны. Одновременно началась подготовка к строительству крупных ГЭС и районных ТЭС. В 1920 г. по инициативе В.И. Ленина был разработан первый план электрификации России – план ГОЭЛРО, в основу которого была положена ленинская формула «Коммунизм – это есть Советская власть плюс электрификация всей страны». В 1922 г. введены в строй Каширская ГРЭС и Уткина заводь (ныне 5-я ГРЭС Ленэнерго);

в 1924 г. – Кизеловская ГРЭС на Урале, в 1925 г. – Горьковская и Шатурская ГРЭС. 8 ноября 1927 г. состоялась торжественная закладка Днепровской ГЭС. К 1931 г. основные задания плана ГОЭЛРО по наращиванию мощности районных электростанций и по производству электроэнергии были выполнены. В годы предвоенных пятилеток (1929–1940) созданы крупные энергосистемы на территории Украины, Белоруссии, Северо-Запада и др.

В начале Великой Отечественной войны (1941–1945 гг.) оборудование многих электростанций было эвакуировано в тыловые районы, где в рекордные сроки вводились в эксплуатацию новые энергетические мощности. За 1942–1944 гг. введено 3,4 ГВт, главным образом на Урале, в Сибири, Казахстане и Средней Азии. За годы войны разрушена 61 крупная электростанция общей мощностью около 5 ГВт, вывезено в Германию 14 тыс. котлов, 1,4 тыс. турбин и свыше 11 тыс. электродвигателей.

В послевоенные годы электрификация страны развивалась быстрыми темпами. К 1947 г. СССР вышел на 2-е место в мире (после США) по производству электроэнергии, а в 1975 г. производил электроэнергии больше, чем ФРГ, Великобритания, Франция, Италия, Швеция и Австрия вместе взятые. Увеличился среднегодовой прирост производства электроэнергии. Введены в строй Братская, Усть-Илимская, Усть-Хантайская, Красноярская, Саяно-Шушенская ГЭС и др. В 2013 г. начала выдавать энергию Богучанская ГЭС. Со-

здана мощная единая энергосистема страны. В последние годы наблюдается наиболее мощный подъем в данной отрасли.

Электрификация предполагает изменения не только в области энергии, но и общую реконструкцию народного хозяйства с широким применением механизации и автоматизации производственных процессов, с внедрением на всех участках производства новейшей техники. Электрификация производит такие коренные сдвиги в системе производительных сил, которые по своим последствиям равнозначны новому промышленному перевороту. Непосредственное использование энергии в производственных целях выступает лишь заключительным этапом энергетических преобразований. Прежде чем попасть к потребителю, энергия должна быть получена в ее первичной форме, преобразована в наиболее удобную для передачи и распределения форму, т.е. в форму электрической энергии, и доставлена при помощи различных линейных устройств к месту потребления.

Следовательно, процесс энергоснабжения, составляющий техническую сущность электрификации, состоит из трех основных частей: производства, распределения и использования электроэнергии. В соответствии с этой схемой энергоснабжения и для удобства изучения разделим рассмотрение многогранного и взаимообусловленного развития электрификации на три части: развитие электростанций, развитие техники электропередачи и развитие электропривода и электротехнологии.

Электрификация позволяет использовать природные энергетические ресурсы, более эффективно размещать производительные силы, механизировать и автоматизировать производство, увеличивать производительность труда.

# 1.2. История горной промышленности

Горная промышленность – это комплекс производств по разведке месторождений, добыче из недр земли и обогащению полезных ископаемых. Все отрасли горной промышленности делятся на следующие основные группы:

- топливодобывающая (угольная, нефтяная, сланцевая, торфиная, добыча естественного газа);

- рудодобывающая (железнорудная, марганцевая, добыча цветных и благородных металлов и др.);

- горнохимическая (добыча калийных солей, апатита, нефелина, бокситов, фосфоритов, селитры, серного колчедана и др.);

- отрасли по добыче минералов для строительства и силикатно-керамической промышленности (мрамор, гранит, известняк, глина, гипс, асбест и др.).

Возникновение и развитие горной промышленности тесно связано с развитием горного дела.

**Горное дело** – это отрасль техники и промышленности, а также соответствующие прикладные науки, охватывающие процессы, необходимые для извлечения из недр земли (добычи) полезных ископаемых в твердом или газообразном состоянии. Скопление их, приуроченное к определенной части земной поверхности, называется **месторождением полезных ископаемых**. Добыче полезных ископаемых предше-

ствует разведка, которая необходима для определения целесообразности эксплуатации данного месторождения, производственной мощности и способа разработки. Данные разведки наносят на карты, планы, разрезы в виде графиков методом маркшейдерии.

Далее на основе предварительного составленного плана после выявления этих данных приступают к разработке месторождения. Для этого при помощи горных работ по определенному плану осуществляется сеть подземных или открытых горных выработок; для вскрытия месторождения строят необходимые подземные и надземные сооружения.

После вскрытия месторождения проводят выработки по полезному ископаемому, назначение которых состоит в непосредственной подготовке месторождения к извлечению полезного ископаемого (подготовительные работы). После проведения подготовительных выработок приступают к очистным работам.

Установленный для данных естественно-геологических и технико-экономических условий порядок проведения во времени и пространстве подготовительных и очистных работ называется **системой разработки месторождения**.

Начало горных работ можно отнести к ранней стадии развития человечества. Уже в период родового строя для подземной добычи кремния проводились горные выработки, иногда с деревянным креплением. Для горных работ применялись каменные орудия и кайлы из оленьего рога. В рабо-

владельческом обществе начинается систематическая разработка медных и оловянных руд, добыча серебра и золота. Возникает огненный способ добычи, при котором для разрушения породы нагретую огнем поверхность охлаждают водой, начинают применять примитивное обогащение полезных ископаемых. На территории России археологами обнаружены рудники этого периода; в Центральной Европе – выработки со следами крепления, лестниц и т.п., относящиеся к бронзовому и железному периоду развития человечества.

Главным фактором развития производительных сил в античном обществе было освоение железа. На горных работах использовался труд рабов и осужденных преступников. С развитием феодальных отношений в горном деле происходят значительные сдвиги. В начале II тысячелетия н.э. происходит подъем горного дела и в Центральной Европе. Не позднее XII в. началось применение бурения горных пород.

В XV–XVI вв. в Европе в горном деле были впервые применены важные усовершенствования. Применение конного привода и водного колеса на подъеме, а также для водоотливных устройств позволило вести горные работы на глубине до 150 м, хотя еще повсеместно применялась штольневая разработка. Взрывные работы начали вытеснять огневые работы, возникло мокрое обогащение, что позволило вести разработку бедных руд. В 1512 г. в Саксонии была выдана привилегия на мокрую толчею. В это время на рудниках начинают устраивать деревянные настилы для перемещения по

ним тележек с полезным ископаемым. Появляются первые горные училища и руководства по горному делу. В горном деле раньше, чем в других отраслях, нашли применение паровые машины первоначально для откачивания воды, а затем и для рудничного подъема.

С эпохи промышленного переворота (конец XVIII – начало XIX в.) осуществлен переход к широкому применению в горной промышленности машин. В 1815 г. англичанин Г. Деви изобрел безопасную рудничную лампу. Совершенствуется техника бурения, все шире применяются взрывчатые вещества, вводится рельсовая откатка. В 30-х гг. XIX в. стали применять стальные канаты для рудничного подъема и откатки. В 1866 г. появились первые врубовые машины.

В конце XIX – начале XX в. в связи с увеличением спроса на полезные ископаемые изменяются условия развития горного дела. Интенсивно развивается техника проходки стволов шахт и бурения на нефть. Усовершенствованные методы проходки, вентиляции и водоотлива позволяют увеличить глубину горных выработок до 1000, а иногда и до 2000 м. Создаются высокопроизводительные системы отработки угольных и рудных месторождений. Вводится электрический привод подъемных машин, водоотлива, вентиляции, электрифицируется рудничный транспорт, осуществляется механизация зарубки с помощью врубовых машин, широко применяются отбойные молотки, работающие на сжатом воздухе. Возникают самостоятельные научно-технические дисципли-

ны, занимающиеся вопросами добычи отдельных видов полезных ископаемых.

До середины XX в. во всех промышленных странах мира важнейшей задачей горного дела было значительное повышение эффективности труда. Это привело к интенсивным поискам новых систем разработки месторождений, в частности таких, которые позволили бы исключить ступенчатый рельсовый транспорт и дали возможность применять конвейеры как на горизонтальных, так и на наклонных выработках, а также более широко использовать гидравлическую добычу. В угольных шахтах все больше механизмируются отбойка и погрузка угля и породы в подготовительных выработках посредством горных комбайнов и погрузочных машин. Постепенно расширяется автоматизация и дистанционное управление машинами и механизмами. Отмечается применение в промышленной практике металлической крепи и передвижных механизированных крепей.

Во второй половине XX в. во всех странах мира широко используют открытый способ добычи угля и совершенствуют способы добычи нефти с применением высокопроизводительной горно-добывающей техники, автоматизированных систем управления как отдельными этапами, так и всем процессом.

Таким образом, в современных условиях горная промышленность производит добычу полезного ископаемого в зависимости от нахождения его в недрах земли открытым (рис.

1.1–1.5) или подземным способом (рис. 1.6–1.8).



Рис. 1.1. Карьер «Восточный»



Рис. 1.2. Добыча угля (угольный разрез «Назаровский»)



Рис. 1.3. Вскрышные работы комплексом непрерывного действия (разрез «Березовский»)



Рис. 1.4. Отвальные работы



Рис. 1.5. Добыча золота дражным способом



Рис. 1.6. Подземные работы (г. Норильск)



Рис. 1.7. Подземная выработка



Рис. 1.8. Буровая установка

## 2. Энергосистема

### 2.1. Общие сведения

В соответствии с Правилами устройства электроустановок (ПУЭ) [1] совокупность электростанций, линий электропередачи, подстанций и тепловых сетей, связанных в одно целое общностью режима и непрерывностью производства и распределения электрической и тепловой энергии, называют **энергетической системой**. Для возможности передачи электроэнергии из одного района в другой между энергетическими системами строят линии электропередачи высокого напряжения, так называемые **межсистемные связи**.

Составными частями типовой энергетической системы являются электрические станции, подстанции, линии электропередачи и тепловые сети. **Электрические станции** – это электроустановки, служащие для производства электрической и тепловой энергии из других видов энергии. Электростанции сооружают с учетом возможности широкого использования природных энергетических ресурсов.

**Подстанции** – это электроустановки, служащие для преобразования и распределения электроэнергии и состоящие из трансформаторов или других преобразователей энергии, распределительных устройств, аккумуляторной бата-

реи, устройств управления и вспомогательных сооружений.

**Распределительное устройство** – это электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и состоящая из коммутационных аппаратов, устройств защиты и автоматики, измерительных приборов, сборных и соединительных шин и вспомогательных устройств.

**Линия электропередачи** – это система проводов, служащих для передачи электроэнергии от генераторов электростанций к местам потребления и для распределения ее между электроприемниками.

Часть энергетической системы, состоящая из генераторов, распределительных устройств, электрических сетей (подстанций и линий электропередачи различных напряжений) и электроприемников, называется **электрической системой**.

Часть энергетической системы, кроме электроприемников, называется **системой электроснабжения**.

**Электрическая сеть** – это совокупность соединённых между собой линий одного номинального напряжения для передачи электроэнергии от источников к присоединенным к сети приемникам, включающей также узлы распределения и ответвления линий.

Основными элементами сети являются линии, распределительные узлы, узлы ответвления.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.