

В.Ю. Ломоносов, К.М.Поливанов

**Электротехника: Основные
понятия. Учебное пособие
для ремесленных училищ**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621.3
ББК 31.352
В11

В.Ю. Ломоносов
В11 **Электротехника: Основные понятия. Учебное пособие для ремесленных училищ/ В.Ю. Ломоносов, К.М.Поливанов – М.: Книга по Требованию, 2026. – 392 с.**

ISBN 978-5-8854-2806-4

Основные понятия об элементах электрической цепи и о расчете простых цепей постоянного и переменного тока. Общее описание физических процессов, происходящих в электрическом и магнитном полях. Принципы действия электрических машин, трансформаторов и линий передачи энергии. Основы электрических измерений и понятие об опасности токов высокого напряжения. Пособие для электромонтеров.

ISBN 978-5-8854-2806-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2026

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2026

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

2-20. Электродвижущая сила и потеря напряжения	82
2-21. Потеря мощности и коэффициент полезного действия линии передачи	83
2-22. Цепь с двумя генераторами	85
2-23. Трехпроводная линия	88
2-24. Заземление и потенциал. Распределение потенциалов в трехпроводной линии	91
2-25. Правила Кирхгофа	95
2-26. Выбор проводов и плавких предохранителей	98

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

МАГНИТЫ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. МАГНИТНОЕ ДЕЙСТВИЕ ТОКА

3-1. Магниты и магнитное поле	99
3-2. Магнитное действие тока	104
3-3. Магнитное поле действует на проводник с током	106
3-4. Магнитная индукция или сила магнитного поля	106
3-5. Сила, действующая на проводник с током	107
3-6. Наглядное изображение магнитных полей	110
3-7. Взаимодействие двух токов	112
3-8. Измерительные приборы, основанные на магнитном дейст- вии токов	114
3-9. Изменение магнитного поля создает электродвижущую силу	123
3-10. Закон Ленца	127
3-11. Магнитный поток	128
3-12. Закон наведения электродвижущей силы	136
3-13. Наведение э. д. с. в прямолинейном проводнике, движу- щемся в поле	140
3-14. Взаимная индукция	144
3-15. Самоиндукция	146
3-16. Влияние самондукции на переходные процессы	148
3-17. Магнитоэлектрический осциллограф — прибор для наблю- дения переходных процессов	152
3-18. Энергия магнитного поля в электрических цепях	153

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

ЖЕЛЕЗО В МАГНИТНОМ ПОЛЕ. МАГНИТНЫЕ ЦЕПИ. ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ

4-1. Закон полного тока для магнитной индукции при отсутст- вии железа	156
4-2. Намагничивание железного кольца	161
4-3. Магнитная проницаемость	162
4-4. Расчет поля в кольцевой катушке со сплошным сердечни- ком по магнитным характеристикам	165

4-5. Закон полного тока для однородного поля в ферромагнитной среде	166
4-6. Закон полного тока для поля в неоднородной среде . . .	167
4-7. Разрезанный торонд	168
4-8. Напряженность магнитного поля. Расчет магнитной цепи	171
4-9. Намагниченность	174

ГЛАВА ПЯТАЯ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

5-1. Электрические заряды	176
5-2. Изоляторы и проводники	178
5-3. Простейшие опыты с неподвижными электрическими зарядами (электростатика)	182
5-4. Электрическое поле	185
5-5. Напряжение (разность потенциалов)	190
5-6. Измерительные приборы, основанные на взаимодействии заряженных тел. Измерение высоких напряжений	193
5-7. Электрическая емкость. Конденсаторы	194
5-8. Конденсатор в электрической цепи	199
5-9. Движение электрических зарядов в магнитном поле . . .	214
5-10. Электронные и ионные приборы	215

ГЛАВА ШЕСТАЯ

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

6-1. Получение и преобразование электрической энергии . . .	221
6-2. Получение переменного тока	222
6-3. Рамка, вращающаяся в магнитном поле	224
6-4. Генератор переменного тока	227
6-5. Синусоида	230
6-6. Начальная фаза синусоиды	233
6-7. Законы Ома и Ленца—Джоуля в цепи переменного тока	236
6-8. Приборы для измерения переменного тока	239

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

7-1. Индуктивность в цепи переменного тока	241
7-2. Фазовый сдвиг в индуктивной цепи	244
7-3. Работа генератора на индуктивную нагрузку	248
7-4. Коэффициент мощности	250
7-5. Конденсаторы в цепи переменного тока	252
7-6. Компенсация сдвига фаз	255
7-7. Расчет простейших цепей переменного тока	257
7-8. Последовательное соединение двух катушек	260
7-9. Резонанс токов	262
7-10. Резонанс напряжений	267
7-11. Передача электроэнергии на расстояние	271

ГЛАВА ВОСЬМАЯ ТРЕХФАЗНЫЙ ТОК

8-1. Трехфазная система	278
8-2. Разметка концов трехфазной системы	280
8-3. Сложение фазных э. д. с.	283
8-4. Соединение звездой	286
8-5. Соединение треугольником	288
8-6. Мощность трехфазного тока	289
8-7. Потери мощности в трехфазной линии	290
8-8. Измерение мощности трехфазного тока	293
8-9. Ртутные выпрямители трехфазного тока	294

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ В ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

9-1. Анодно-сеточная характеристика управляемой лампы . . .	297
9-2. Усиление переменного тока	300
9-3. Регулировка усиления	301
9-4. Усилитель напряжения. Усиление мощности	303
9-5. Обратная связь в усилителе	304
9-6. Ламповый генератор	305
9-7. Электромагнитные волны	307
9-8. Радиоволны, антенны	308
9-9. Полупроводники	312

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ МАШИНЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

10-1. Назначение электрических машин	321
10-2. Магнитная система машин постоянного тока	323
10-3. Коллектор	325
10-4. Якорные обмотки	327
10-5. Рабочий режим машин постоянного тока	330
10-6. Способы возбуждения машин	333
10-7. Обратимость машин постоянного тока. Работа двигателя	335
10-8. Особенности двигателей с параллельным и последователь-	
ным возбуждением	337

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ ТРАНСФОРМАТОРЫ

11-1. Устройство и принцип действия трансформатора	341
11-2. Работа трансформатора	348
11-3. Трансформаторы трехфазного тока	349
11-4. Потери в трансформаторе	351
11-5. Автотрансформаторы	354
11-6. Измерительные трансформаторы	355

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ
МАШИНЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

12-1. Генератор переменного тока	358
12-2. Синхронный двигатель переменного тока . .	361
12-3. Трехфазные машины переменного тока	363
12-4. Работа синхронных машин	367
12-5. Параллельная работа синхронных генераторов	370
12-6. Вращающееся магнитное поле	373
12-7. Асинхронные двигатели	374
12-8. Пуск асинхронных двигателей	376
12-9. Электрические счетчики переменного тока	377
12-10. Потери в стали, меди и к. п. д. электрических машин	378

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ
ОПАСНОСТЬ ОТ ТОКОВ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

13-1. Общие сведения	380
13-2. Источники опасности	381
13-3. Защитные средства	385
Приложения	386
Алфавитный указатель	388

ВВЕДЕНИЕ

О световых явлениях мы судим по тому раздражению, которое испытывает наш глаз под действием световых волн. Звук воспринимается нашим ухом. Тепло осязается нашей кожей. Но органов чувств, которые позволили бы нам видеть, слышать или осязать электрические явления, у нас нет (если не говорить о неприятном ощущении, вызываемом током, когда он проходит по нашему телу). В этом — общепризнанная трудность для каждого приступающего к изучению электротехники.

Предметом электротехники является техническое применение электричества. С этими применениями мы встречаемся буквально на каждом шагу, и с каждым днем они становятся все разнообразнее. Электричество проникло во все стороны нашей личной и общественной жизни. Электрическое освещение, электрические двигатели, электрический транспорт, электрические печи, электрические виды связи прочно вошли в наш быт.

Электрификация Советского Союза неразрывно связана с именем В. И. Ленина. Формула Ленина «Коммунизм — это есть советская власть плюс электрификация всей страны» дает ключ к пониманию задач, которые стоят перед электрификацией нашей Родины. Исчерпывающая характеристика этих задач дана Лениным на III съезде комсомола в 1920 г.

«Мы знаем, что коммунистического общества нельзя построить, если не возродить промышленности и земледелия, причем надо возродить их не по-старому. Надо возродить их на современной, по последнему слову науки построенной, основе. Вы знаете, что этой основой является электричество, что только, когда произойдет электрификация всей страны, всех отраслей промышленности и земледелия, когда вы эту задачу освоите, только тогда вы для себя смо-

жете построить то коммунистическое общество, которого не сможет построить старое поколение. Перед вами стоит задача хозяйственного возрождения всей страны, реорганизация, восстановление и земледелия, и промышленности на современной технической основе, которая покоится на современной науке, технике, на электричестве. Вы прекрасно понимаете, что к электрификации неграмотные люди не подойдут, и мало тут одной простой грамотности. Здесь недостаточно понимать, что такое электричество: надо знать, как технически приложить его и к промышленности, и к земледелию, и к отдельным отраслям промышленности и земледелия. Надо научиться этому самим, надо научить этому все подрастающее трудящееся поколение».¹

Развивая эту мысль, Н. С. Хрущев в своем выступлении на Всесоюзном совещании по энергетическому строительству сказал:

«Экономическая сторона строительства коммунизма, — то, что Ленин выразил словами «плюс электрификация всей страны», приобретает все большее значение, я бы сказал, решающее значение на данном этапе.

Что такое электрификация всей страны? Это — основа основ развития народного хозяйства. Без осуществления электрификации нельзя на современном этапе успешно и быстро двигать вперед и тяжелую индустрию и строительство, транспорт и сельское хозяйство, производство товаров народного потребления, нельзя поднять культуру производства и быта. Электрифицировать всю страну — это значит дать могучую энергию новому обществу, ускорить развитие его производительных сил. Общество, в котором власть принадлежит рабочему классу, трудовому народу, впервые получает возможность развивать свою экономику по единому плану, в интересах народа».

Выступая на XXII съезде с докладом о Программе Коммунистической партии Советского Союза, Н. С. Хрущев указал пути развития советской электроэнергетики в течение ближайших 2 десятилетий:

«В течение двадцати лет предстоит построить сто восемьдесят мощных гидроэлектростанций, около двухсот районных тепловых электростанций мощностью до трех миллионов киловатт каждая, а также двести шестьдесят крупных теплоэлектроцентралей.

В Восточной Сибири, помимо завершения Братской и

¹ В. И. Ленин, Собрание сочинений, т. 31, стр. 264

Красноярской ГЭС, намечается построить на Ангаре и Енисее к 1980 году еще несколько таких мощных гидроэлектростанций, как Саянская, Усть-Илимская, Богучанская, Енисейская, Осиновская, а также Нижне-Тунгусская. Мощность каждой из них превысит четыре миллиона киловатт.

Кроме того, здесь же на базе углей Канско-Ачинского бассейна будут созданы две группы высокоэкономичных сверхмощных тепловых электростанций: в районе Красноярска — Итатско-Боготольская и в районе Канск — Тайшет — Ирша-Бородинская по три миллиона киловатт и больше каждая электростанция.

В Средней Азии будут возведены крупные гидроэлектростанции, имеющие комплексное значение как для развития электрификации, так и для ирригации. Среди этих электростанций Нурекская и Рогунская на реке Вахш, Токтогульская и Тогузтороуская на реке Нарын. В Казахстане появится ряд крупных электростанций, в том числе Иртышская энергетическая группа.

Сооружением Саратовской, Нижне-Волжской и Чебоксарской ГЭС и двух электростанций на Каме будет завершен Волжско-Камский каскад гидроэлектростанций. В единую энергосистему Европейской части страны будет давать свою энергию Нижне-Обская ГЭС мощностью до шести миллионов киловатт. Кроме того, намечается построить ряд мощных тепловых станций в районе Саратова, Волгограда, Горького, в районе Куйбышев — Уфа — Оренбург.

Мощные тепловые электростанции возникнут в Центральном и Центрально-черноземном районах Европейской части Союза, к югу и на северо-восток от Москвы, на Украине в районе Киева, Кировограда и Николаева, в Донбассе, в Латвии и Белоруссии. Развитие энергетики Кавказа будет базироваться на использовании гидроресурсов и других источников энергетики.

В результате осуществления плана будут решены такие важные проблемы, как проблемы Большой Волги и Большого Днепра. Это, конечно, потребует немалых капиталовложений. Но они будут возмещены в сравнительно короткий срок. Подсчеты показывают, что выработка дешевой электроэнергии на волжско-камских и днепровских гидроэлектростанциях увеличится почти вдвое. Свыше двадцати миллионов гектаров засушливых земель Заповольжья и Юга будут застрахованы от случайностей погоды, станет возможным осушить более четырех миллионов гектаров заболоченных земель Полесья и Прибалтики».

Такие темпы строительства, невиданные ни у нас, ни за рубежом, приведут к увеличению в несколько раз выработки электроэнергии. В Программе КПСС записано:

«Электрификация, являющаяся стержнем строительства экономики коммунистического общества, играет ведущую роль в развитии всех отраслей народного хозяйства, в осуществлении всего современного технического прогресса. Поэтому необходимо обеспечить опережающие темпы производства электроэнергии. План электрификации страны предусматривает: увеличение в ближайшее десятилетие электровооруженности труда в промышленности почти в три раза; широкое развертывание на базе дешевой электроэнергии электроемких производств; осуществление массовой электрификации транспорта, сельского хозяйства, быта городского и сельского населения. Во втором десятилетии электрификация всей страны будет в основном завершена.

Годовое производство электроэнергии должно быть доведено к концу десятилетия примерно до 900—1000 миллиардов, а к концу второго десятилетия — до 2700—3000 миллиардов киловатт-часов. Для этого потребуются в течение двадцатилетия соответственно увеличить мощности электростанций, построить сотни тысяч километров высоковольтных магистральных и распределительных сетей во всех районах страны. Будет создана единая энергетическая система СССР, располагающая достаточными резервами мощностей, позволяющая перебрасывать электроэнергию из восточных районов в Европейскую часть страны и связанная с энергосистемами других социалистических стран.

По мере удешевления производства атомной энергии развернется строительство атомных электростанций, особенно в районах с недостатком других источников энергии, расширится применение атомной энергии в мирных целях в народном хозяйстве, медицине, науке».

Новейшая техника предъявляет высокие требования к рабочим и техническому персоналу. Непрерывно совершенствовать свои знания — долг трудящихся нашей страны.

Наша книга призвана оказать помощь в изучении основ электротехники.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

НАЧАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ

1-1. ЭНЕРГИЯ И РАБОТА

Энергией называется способность совершать работу. При совершении работы энергия тратится. Так, мускулы руки, поднимая груз, совершают работу. На это человек затрачивает некоторую энергию.

Пример. Механизм подъемника также совершает работу при подъеме груза. Но кран поднимает груз только тогда, когда его лебедки приведены в движение. Двигатель совершает работу над механизмом крана и при этом передает ему часть своей энергии в форме работы, совершенной над ним. Но если это двигатель внутреннего сгорания, то его рабочий процесс должен все время поддерживаться новыми порциями топлива (бензина, керосина, соляровых масел); если же это электрический двигатель, то он работает только тогда, когда он включен в сеть и через его обмотки течет электрический ток.

Законы преобразования энергии. Что же в нашем примере окажется первоначальным источником энергии, совершающим работу?

Ответ ясен: горючее в первом случае, электрический ток — во втором.

Положение таково:

Энергия не является постоянным свойством тела: тело может терять ее и приобретать вновь.

Приобретение энергии и ее потеря происходят при некоторых вполне определенных условиях. Каковы же эти условия? О первом мы сказали в самом начале:

Энергия тратится при совершении работы.

Второе условие таково:

Энергия приобретается телом, когда над ним совершается некоторая работа.

Например, поднятый груз обладает энергией. За этими положениями угадывается новое.

Энергия не уничтожается и не создается вновь; она только переходит от одного тела к другому и при этом может существовать в разных формах.

Последние слова выражают один из основных законов природы. Закон сохранения энергии лежит в основе физической науки, а следовательно, в конечном итоге и в основе всех технических приложений.

Превращения энергии. Все сказанное — это результат обобщения прямых наблюдений и опытов. Для их подтверждения и уяснения подробно разберем первый случай нашего примера.

Бензин, сгорая, превращается в значительно большее по объему количество газа. Сжатый в маленьком объеме газ, расширяясь, толкает поршень цилиндра и при этом совершает работу. Следовательно, бензин обладал энергией, которая в процессе сгорания перешла в энергию упругости сжатого газа. Расширяющийся газ совершил работу над поршнем, который он привел в движение. Тем самым он лишился способности совершать работу — потерял избыток энергии. Но движущиеся поршни приобрели энергию. Через систему лебедок и блоков эта энергия, уже преобразованная опять в форме энергии поступательного движения, доходит до крюка подъемника, который, двигаясь вверх, поднимает груз, т. е. совершает над ним работу (рис. 1-1).

Груз поднятый на некоторую высоту, оказывается сам носителем избытка энергии, так как, падая вниз, он может работать. Его энергия называется *потенциальной* или *энергией положения* в отличие от энергии, которой обладает движущееся тело, — *кинетической* или *энергии движения*.

Рассеяние энергии. Коэффициент полезного действия. Для проверки закона сохранения энергии необходимо измерять энергию и работу, которую может совершать обладающее ею тело. Достаточно измерить одну лишь работу, так как при совершении равных работ затрачивается равная энергия.