

В.М.ПРОШИН, Г.В.ЯРОЧКИНА

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

Рекомендовано

*Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебного пособия для использования
в учебном процессе образовательных учреждений,
реализующих программы Федерального государственного
образовательного стандарта начального
профессионального образования*

*Регистрационный номер рецензии 108
от 12 августа 2010 г. ФГУ «ФИРО»*

4-е издание, стереотипное



Москва
Издательский центр «Академия»
2013

УДК 621.3(075.32)
ББК 31.2я722
П 847

Рецензенты:

преподаватель спец. дисциплин ГОУ СПО СК № 41 Л. А. Кочеткова;
преподаватель высшей категории ПК № 13 Г. И. Никольская

Прошин В. М.

П 847 Сборник задач по электротехнике: учеб. пособие для нач. проф. образования / В. М. Прошин, Г. В. Ярочкина. — 4-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2013. — 128 с.

ISBN 978-5-4468-0025-4

Учебное пособие является частью учебно-методического комплекта по дисциплинам общепрофессионального цикла для технических профессий.

Каждая глава содержит краткие теоретические сведения по изучаемому материалу с необходимыми для расчета формулами. Кроме того, включены примеры решения типовых задач и анализ отдельных тестовых вопросов, задачи по каждой теме, часть из которых представлена в виде тестов.

Учебное пособие может быть использовано при изучении общепрофессиональной дисциплины «Электротехника» в соответствии с ФГОС НПО для технических профессий

Для учащихся учреждений начального профессионального образования.

УДК 621.3(075.32)
ББК 31.2я722

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым
способом без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-4468-0025-4

© Прошин В. М., Ярочкина Г. В., 2012
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2012
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2012

Данное учебное пособие является частью учебно-методического комплекта по профессиям технического профиля.

Учебное пособие предназначено для изучения общепрофессиональной дисциплины «Электротехника».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включен терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Учебно-методический комплект разработан на основании Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования с учетом его профиля.

Электротехника относится к тем дисциплинам, изучение которых помимо теоретических знаний требует больших практических навыков. Это, в первую очередь, лабораторные работы, выполняемые на специальном оборудовании в лаборатории электротехники в соответствии с разработанными методическими указаниями. Это также практические занятия, направленные на изучение конкретного электротехнического устройства или оборудования, знакомство с его конструкцией, принципом действия, основными характеристиками. Кроме того, это задачи и вопросы, призванные использовать полученные теоретические сведения применительно к конкретным темам, разделам, элементам, устройствам. Наконец, это контрольные материалы, способствующие проверке знаний учащихся не только преподавателем, но и самими учащимися.

Задачи, предлагаемые для неэлектротехнических специальностей, отмечены *. Задачник составлен в первую очередь для учащихся и поэтому, чтобы не перегружать их, имеет ограниченный объем задач и вопросов по каждой теме для самостоятельного решения. В то же время в задачнике много внимания уделено решению типовых задач, что помогает учащимся представлять и понимать ход их решения или сформулировать ответ на вопросы, поставленные в последующих разделах. В качестве вопросов часто предлагается изобразить схему или конструкцию какого-либо устройства, пояснить принцип его действия, что позволяет проверить понимание учащимися принципиальных вопросов изучаемой темы.

В задачнике учтено, что основы электростатики подробно разбираются на уроках физики, и поэтому данный раздел здесь не представлен. Не включен также раздел, связанный с электроприводом, элементами автоматики и измерением неэлектрических величин электрическими методами, поскольку они подробно изучаются в курсе «Автоматизация производства», сопутствующем курсу «Электротехника». Вызвано это в первую очередь недостаточным числом часов по «Электротехнике» в учреждениях начального профессионального образования.

Каждая глава состоит из четырех разделов. Сначала приводятся основные определения, формулы и соотношения, позволяющие вспомнить учащимися пройденный материал и использовать эти сведения при решении задач или ответах на вопросы. Затем даются примеры решения типовых задач и анализ задач, сформулированных в виде вопросов и тестов с подробными пояснениями, помогающими понять алгоритм решения аналогичных задач, которые приведены в подразделе «Задачи и вопросы для самостоятельного решения». Там, где это необходимо, даны ответы на предлагаемые задачи.

В Приложениях 1 — 8 приводятся основные справочные данные, используемые при расчетах.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1.1. ЛИНЕЙНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Основные определения, формулы и соотношения

При расчетах электрических цепей на практике часто выражают сечение проводника, представляющее собой незначительную величину, не в метрах квадратных, а в миллиметрах квадратных. ЭДС — электродвижущая сила; ЭЦ — электрическая цепь.

Плотность тока в проводнике, A/mm^2 : $j = I/S$, где I — сила тока в проводнике, А; S — сечение проводника, mm^2 .

Сопротивление проводника, Ом: $R = \rho l/S = l/(\gamma S)$, где ρ — удельное сопротивление, Ом $\cdot mm^2/m$; γ — удельная проводимость, $m/(Oм \cdot mm^2)$; l — длина проводника, м; S — сечение проводника, mm^2 .

Проводимость проводника, См (сименс) — величина, обратная сопротивлению: $G = 1/R$.

Зависимость сопротивления проводника от температуры: $R_2 = R_1[1 + \alpha(T_2 - T_1)]$, где R_1 и R_2 — сопротивления проводника при температуре T_1 и T_2 соответственно; α — температурный коэффициент, $Oм/^\circ C$.

Закон Ома для электрической цепи: $I = E/(R + r_0)$ и ветви: $I = U/R$, где E — ЭДС, В; r_0 — внутреннее сопротивление источника питания, Ом; U и R — соответственно напряжение и сопротивление ветви.

Первый закон Кирхгофа — алгебраическая сумма токов в узле равна нулю: $\sum I = 0$.

Второй закон Кирхгофа — алгебраическая сумма ЭДС в замкнутом контуре равна алгебраической сумме падений напряжений: $\sum E = \sum U = \sum IR$.

Мощность, Вт, — это скорость, с которой совершается работа A , производимая электрическим током силой I при напряжении U за время t : $P = A/t = (UIt)/t = UI = U^2/R = I^2R$.

Баланс мощностей — электрическая мощность, вырабатываемая источниками, равна мощности, потребляемой нагрузкой и вспомогательными элементами: $\sum P_{\text{ист}} = \sum P_{\text{нагр}} + \sum P_{\text{всп}}$.

Эквивалентное сопротивление электрической цепи при последовательном включении резисторов: $R_{\text{эКВ}} = \sum R_i$.

Эквивалентная проводимость (сопротивление) электрической цепи при параллельном включении резисторов: $G_{\text{эКВ}} = \sum G_i$ ($R_{\text{эКВ}} = 1/(\sum 1/R_i)$).

Эквивалентная ЭДС и внутреннее сопротивление при последовательном включении источников питания: $E_{\text{эКВ}} = \sum E_i$; $r_{0\text{эКВ}} = \sum r_{0i}$.

Эквивалентная ЭДС и внутреннее сопротивление при параллельном включении источников питания: $E_{\text{эКВ}} = E_i$; $r_{0\text{эКВ}} = 1/(\sum 1/r_{0i})$.

Примеры решения типовых задач

1.1. Вычислить плотность тока в проводнике диаметром $d = 1$ мм, если сила тока I равна 10 А.

Решение. Определяем площадь сечения проводника

$$S = \pi d^2/4 = 3,14/4 = 0,785 \text{ мм}^2.$$

Вычисляем плотность тока

$$j = I/S = 10/0,785 = 12,7 \text{ А/мм}^2.$$

Ответ. Плотность тока в проводнике 12,7 А/мм².

1.2. ЭДС источника питания электрической цепи равна 110 В, внутреннее сопротивление источника 2 Ом; амперметр, включенный последовательно с нагрузкой, показывает 5 А. Чему равно сопротивление нагрузки?

Решение. В соответствии с законом Ома для ЭЦ: $I = E/(R+r_0)$ находим сопротивление R , равное сопротивлению нагрузки:

$$R = (E - Ir_0)/I = (110 - 5 \cdot 2)/5 = 20 \text{ Ом}.$$

Ответ. Сопротивление нагрузки равно 20 Ом.

1.3. Вычислить ток, протекающий через электрическую лампу, и ее сопротивление в рабочем состоянии, если мощность лампы $P = 75$ Вт, а напряжение $U = 220$ В.

Решение. Мощность лампы $P = UI$, откуда $I = P/U = 75/220 = 0,34$ А. Сопротивление ее находим из закона Ома:

$$R_{\lambda} = U/I = 220/0,34 = 647 \text{ Ом}.$$

Ответ. Сопротивление лампы в рабочем состоянии — 647 Ом, ток через нее — 0,34 А.

1.4. Имеется разветвление, состоящее из четырех параллельно включенных резисторов с сопротивлениями соответственно: $R_1 = 10 \text{ Ом}$, $R_2 = 5 \text{ Ом}$, $R_3 = 4 \text{ Ом}$, $R_4 = 8 \text{ Ом}$. Ток I , втекающий в точку разветвления (рис. 1.1), равен 20 А . Определить токи, протекающие в каждой ветви.

Решение. Вычислим эквивалентное сопротивление параллельно включенных резисторов:

$$R_{\text{эКВ}} = 1/(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4) = 1/(1/10 + 1/5 + 1/4 + 1/8) = 1,48 \text{ Ом}.$$

Определим падение напряжения на $R_{\text{эКВ}}$, создаваемое протекающим током:

$$U = R_{\text{эКВ}} I = 1,48 \cdot 20 = 29,6 \text{ В}.$$

Вычислим токи в каждой ветви в соответствии с законом Ома:

$$I_1 = U/R_1 = 29,6/10 = 2,96 \text{ А}; \quad I_2 = U/R_2 = 29,6/5 = 5,92 \text{ А};$$

$$I_3 = U/R_3 = 29,6/4 = 7,4 \text{ А}; \quad I_4 = U/R_4 = 29,6/8 = 3,7 \text{ А}.$$

Проверим правильность расчетов, используя первый закон Кирхгофа:

$$\sum I = 0 = I - (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) = 20 - (2,96 + 5,92 + 7,4 + 3,7) = 0,06 \text{ А}.$$

Таким образом, сумма токов в узле с достаточной точностью равна нулю, т. е. задача решена верно.

Ответ. Токи в ветвях соответственно равны: $2,96 \text{ А}$; $5,92 \text{ А}$; $7,4 \text{ А}$; $3,7 \text{ А}$.

1.5. При протекании одного и того же тока по проводнику одного и того же сечения температура нагрева проводника круглого сечения выше, чем квадратного. Почему?

Решение. Проводник нагревается до тех пор, пока не наступит равновесие между количеством теплоты, подводимой к проводнику, и количеством теплоты, отводимой через внешнюю поверхность. Количество подводимой теплоты определяется сечением проводника, по которому течет ток. Для круглого сечения — $S_{\text{кр}} = \pi d^2/4$, для квадратного со стороной X — $S_{\text{кв}} = X^2$. Поскольку $S_{\text{кр}} = S_{\text{кв}}$, то $X = 0,886d$.

Отводимая теплота определяется внешней поверхностью проводника и при длине l для круглого сечения проводника равна $S^{\text{кр}} = \pi dl$, а для квадратного $S^{\text{кв}} = 4Xl = 4 \cdot 0,886d = 3,54dl$. Отношение $S^{\text{кв}}/S^{\text{кр}} = 3,54dl/(\pi dl) = 1,13$.

Таким образом, поверхность охлаждения проводника с квадратным сечением

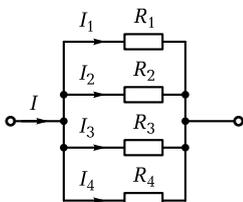


Рис. 1.1. К задаче 1.4

на 13% больше, чем с круглым. А это значит, что проводник с квадратным сечением будет нагреваться меньше, чем с круглым.

Ответ. Проводник с квадратным сечением нагревается меньше, так как площадь его охлаждения больше, чем у проводника с круглым сечением.

1.6. Для простой ЭЦ с несколькими источниками питания и смешанным включением приемников (рис. 1.2) известны ЭДС и внутренние сопротивления источников, а также сопротивления приемников: $E_1 = E_2 = E_3 = E_4 = E_0 = 4,5$ В; $r_{01} = r_{02} = r_{03} = r_{04} = r_0 = 1$ Ом; $R_1 = 20$ Ом, $R_2 = 40$ Ом, $R_3 = 60$ Ом.

Определить силу тока в ветвях (I_1, I_2, I_3) и падения напряжений на каждом элементе цепи ($U_1, U_2, U_3, U_{r_{03}}$). Проверить правильность расчетов, составив уравнение баланса мощностей.

Алгоритм расчета

Вычисляем:

1. Эквивалентное сопротивление нагрузки ЭЦ

$$R_3 = R_1 + 1/(1/R_2 + 1/R_3) = 44 \text{ Ом.}$$

2. Эквивалентную ЭДС источника питания

$$E_3 = E_1 + E_2 = 2E_0 = 9 \text{ В.}$$

3. Эквивалентное внутреннее сопротивление источника питания

$$r_{03} = 1/(1/2r_0 + 1/2r_0) = 1 \text{ Ом.}$$

4. Полный ток, потребляемый ЭЦ, он же ток I_1 :

$$I_1 = E_3/(R_3 + r_{03}) = 9/(44 + 1) = 0,2 \text{ А.}$$

5. Падение напряжения на участке $a-b$ или на резисторах R_2 и R_3 (U_2 и U_3)

$$U_{ab} = U_2 = U_3 = I_1(1/(1/R_2 + 1/R_3)) = 0,2 \cdot 24 = 4,8 \text{ В.}$$

6. Ток I_2 через резистор R_2

$$I_2 = U_{ab}/R_2 = 4,8/40 = 0,12 \text{ А.}$$

7. Ток I_3 через резистор R_3

$$I_3 = U_{ab}/R_3 = 4,8/60 = 0,08 \text{ А.}$$

8. Падение напряжения на резисторе R_1 :

$$U_1 = I_1 R_1 = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ В.}$$

9. Падение напряжения на внутреннем сопротивлении источника r_{03}

$$U_{r_{03}} = I_1 r_{03} = 0,2 \cdot 1 = 0,2 \text{ В.}$$

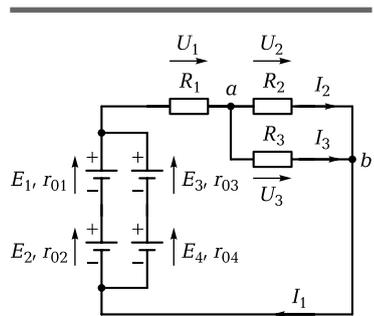


Рис. 1.2. К задаче 1.6

10. Рассеиваемую мощность на резисторах R_1, R_2, R_3 :

$$P_1 = I_1^2 R_1 = 0,8 \text{ Вт}; P_2 = I_2^2 R_2 = 0,576 \text{ Вт}; P_3 = I_3^2 R_3 = 0,384 \text{ Вт}.$$

11. Мощность, отдаваемая источниками:

$$P_{\text{ист}} = I_1(E_1 + E_2) = 2E_0I_1 = 1,8 \text{ Вт}.$$

12. Мощность, расходуемую на внутреннем сопротивлении источников:

$$P_{r_{03}} = I_1^2 r_{03} = 0,04 \text{ Вт}.$$

13. Проверяем правильность расчетов, используя баланс мощностей:

$$P_{\text{ист}} = 1,8 \text{ Вт} = P_1 + P_2 + P_3 + P_{r_{03}} = 0,8 + 0,576 + 0,384 + 0,04 = 1,8 \text{ Вт}.$$

Баланс мощностей показывает, что расчет ЭЦ выполнен верно.

Ответ. Токи в ветвях равны: $I_1 = 0,2 \text{ А}; I_2 = 0,12 \text{ А}; I_3 = 0,08 \text{ А}$. Падения напряжений: $U_1 = 4 \text{ В}; U_2 = U_3 = 4,8 \text{ В}; U_{r_{03}} = 0,2 \text{ В}$.

1.7. На рис. 1.3 приведена схема разветвленной ЭЦ. Определить токи в ветвях, падения напряжений на каждом элементе цепи. Проверить правильность расчетов, составив уравнение баланса мощностей.

Дано: $E_1 = 10 \text{ В}, E_2 = 30 \text{ В}, E_4 = 35 \text{ В}, E_5 = 15 \text{ В}; R_1 = 20 \text{ Ом}, R_2 = 30 \text{ Ом}, R_3 = 10 \text{ Ом}, R_4 = 15 \text{ Ом}, R_5 = 25 \text{ Ом}$.

Найти: $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5; U_1, U_2, U_3, U_4, U_5$.

Алгоритм расчета

1. Для расчета ЭЦ воспользуемся методом контурных токов. Нанесим на схеме положительные направления ЭДС и условно положительные направления токов в ветвях и смежных контурах.

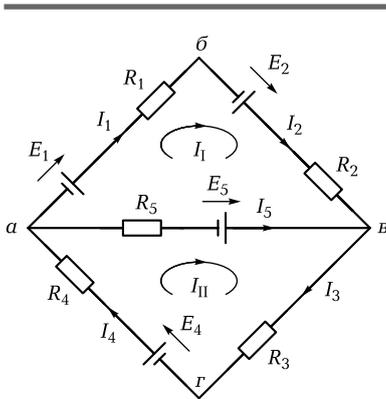


Рис. 1.3. К задаче 1.7

2. Поскольку ЭЦ содержит три контура, запишем два уравнения по второму закону Кирхгофа для смежных контуров:

контур $a - б - в - a$

$$E_1 + E_2 - E_5 = I_1(R_1 + R_2 + R_5) - I_{II}R_5;$$

$$10 + 30 - 15 = I_1(20 + 30 + 25) - 25I_{II};$$

$$25 = 75I_1 - 25I_{II};$$

контур $a - в - г - a$

$$E_5 + E_4 = I_{II}(R_5 + R_3 + R_4) - I_1R_5;$$

$$15 + 35 = I_{II}(25 + 10 + 15) - 25I_1;$$

$$50 = 50I_{II} - 25I_1$$

3. Решаем полученную систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$2 = 6I_1 - 2I_{II};$$

$$2 = 2I_{II} - I_1.$$

Например, сложив уравнения, получим $I_1 = 0,8$ А и затем из второго уравнения находим $I_{II} = 1,4$ А.

4. Из схемы ЭЦ следует, что токи в ветвях I_1 и I_2 равны между собой и равны контурному току I_I :

$$I_1 = I_2 = 0,8 \text{ А.}$$

Токи в ветвях I_3 и I_4 также равны между собой и равны контурному току I_{II} :

$$I_3 = I_4 = 1,4 \text{ А.}$$

Ток в ветви I_5 равен разности контурных токов:

$$I_5 = I_{II} - I_I = 1,4 - 0,8 = 0,6 \text{ А.}$$

5. Вычисляем падения напряжений на элементах ЭЦ:

$$U_1 = I_1 R_1 = 0,8 \cdot 20 = 16 \text{ В}; U_2 = I_2 R_2 = 0,8 \cdot 30 = 24 \text{ В}; U_3 = I_3 R_3 = 1,4 \cdot 10 = 14 \text{ В}; U_4 = I_4 R_4 = 1,4 \cdot 15 = 21 \text{ В}; U_5 = I_5 R_5 = 0,6 \cdot 25 = 15 \text{ В.}$$

6. Проверим правильность решения, составив уравнение баланса мощностей:

$$E_1 I_1 + E_2 I_2 + E_5 I_5 + E_4 I_4 = U_1 I_1 + U_2 I_2 + U_3 I_3 + U_4 I_4 + U_5 I_5.$$

Мощность, отдаваемая источниками:

$$10 \cdot 0,8 + 30 \cdot 0,8 + 15 \cdot 0,6 + 35 \cdot 1,4 = 90 \text{ Вт.}$$

Мощность, потребляемая нагрузкой:

$$16 \cdot 0,8 + 24 \cdot 0,8 + 14 \cdot 1,4 + 21 \cdot 1,4 + 15 \cdot 0,6 = 90 \text{ Вт.}$$

Таким образом, баланс мощностей соблюдается, что свидетельствует о правильности решения задачи.

Ответ. Токи в ветвях: $I_1 = I_2 = 0,8$ А, $I_3 = I_4 = 1,4$ А, $I_5 = 0,6$ А. Падения напряжений на элементах ЭЦ: $U_1 = 16$ В, $U_2 = 24$ В, $U_3 = 14$ В, $U_4 = 21$ В, $U_5 = 15$ В.

Анализ задач, сформулированных в виде вопросов или тестов

1.8. Что дает знание законов физики в области электричества?

Ответ. Возможность понимать работу и анализировать поведение электрических, электромагнитных и электронных аппаратов,

устройств и систем. Умение рассчитать и обеспечить их оптимальные характеристики при эксплуатации.

1.9. Что мешает электронам двигаться по проводнику и почему при увеличении температуры его сопротивление растет?

Ответ. Колеблющиеся вокруг нейтрального положения атомы. С увеличением температуры проводника частота и амплитуда колебаний атомов растет и электронам сложнее двигаться направленно.

1.10. Какой из проводников — медный или алюминиевый — при одинаковых длине и сечении нагреется сильнее:

- а) при одном и том же токе;
- б) при одном и том же напряжении?

Ответ. Нагрев проводника — это работа электрического тока, которая определяется силой тока и сопротивлением проводника. Сопротивление алюминиевого проводника больше, чем медного, поскольку больше его удельное сопротивление.

Следовательно, при одном и том же токе работа, а значит, и нагрев алюминиевого проводника будет больше, чем медного (действительно: $A = I^2 R t$). А вот при одном и том же напряжении сильнее нагреется медный проводник, поскольку $A = (U^2/R)t$.

1.11. Перечислите элементы электрической цепи, которые могут изображаться на схемах в виде резистора R (—□—).

Ответ. Сам резистор, устанавливаемый в электрических цепях как согласующий или ограничивающий элемент; нагреватель; электрическая лампочка; активное сопротивление индуктивной катушки любого электромагнитного устройства: реле, трансформатора, электродвигателя, электрогенератора.

1.12. Как будут вести себя две лампы накаливания с номинальным напряжением 110 В каждая, если их включить в сеть напряжением 220 В:

- а) последовательно;
- б) параллельно?

Ответ. При последовательном включении в сеть с напряжением 220 В на каждую лампу будет приходиться по 110 В, что соответствует их номинальному напряжению. Следовательно, они будут отдавать номинальный световой поток. При параллельном включении каждая лампа окажется под напряжением, вдвое превышающем номинальное. Что произойдет? Вспыхнет и сгорит!

1.13. Что такое узел в электрической цепи:

- а) участок цепи, где ток не изменяет своей величины и направления;
- б) замкнутый участок электрической цепи;

в) точка, в которой сходится не менее трех ветвей;

г) клемма источника питания?

Ответ. Правильно — в), так как а) — это ветвь, б) — это контур,

г) — это клемма и ничего более.

Задачи и вопросы для самостоятельного решения

1.14*. Чему равна сила тока в проводнике, если его сечение равно 2 мм^2 , а плотность тока — 10 А/мм^2 ?

1.15. Чему должно быть равно сечение проводника, если по нему течет ток силой 150 А при плотности 5 А/мм^2 ?

1.16*. Электропаяльник, включенный в сеть напряжением 220 В , потребляет ток $0,3 \text{ А}$. Определить сопротивление и мощность электропаяльника.

1.17*. При температуре 20°С сопротивление катушки, выполненной медным проводом, равно $1,2 \text{ Ом}$. Определить ее сопротивление при температуре 80°С .

1.18*. Определить проводимость проводника, если его сопротивление 5 Ом .

1.19*. Освещение двухкомнатной квартиры состоит из четырех энергосберегающих ламп мощностью 10 Вт каждая, работающих по 5 ч в сутки, и 6 ламп накаливания мощностью по 75 Вт , работающих по 2 ч в сутки. Определить потребляемую электрическую энергию за месяц.

1.20. Сколько ежемесячно платит житель квартиры, эксплуатирующий стандартные лампы накаливания, и житель другой квартиры, эксплуатирующий энергосберегающие лампы, при одинаковой освещенности помещений, обеспечиваемой в первом случае восемью лампами по 75 Вт каждая, а во втором — десятью по 13 Вт . Время работы системы освещения одинаково и равно 5 ч/сут , стоимость $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 2 \text{ руб}$.

1.21. Для питания лаборатории электротехники напряжением 36 В используется двухпроводная линия длиной 23 м , выполненная медным проводом с сечением жил 16 мм^2 . Общий потребляемый лабораторией ток равен 20 А . На сколько изменится падение напряжения на подводимых проводах, если медный провод заменить алюминиевым того же сечения?

1.22. Для ремонта паяльника мощностью 40 Вт при напряжении 36 В используется нихромовый провод сечением $0,02 \text{ мм}^2$. Вычислить необходимую длину провода.