

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Орский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Оренбургский государственный университет»
(Орский гуманитарно-технологический институт (филиал) ОГУ)

Кафедра электроэнергетики и теплоэнергетики

Методические указания
для обучающихся по освоению дисциплины
«Б.1.Б.22 Электротехника и электроника»

Уровень высшего образования
БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

(код и наименование направления подготовки)

Материаловедение и технологии материалов в машиностроении

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Тип образовательной программы

Программа академического бакалавриата

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная, заочная

Год начала реализации программы (набора)

2014, 2016

г. Орск 2017

Для полного овладения знаниями и умениями обучающемуся необходимо в течение учебного года заниматься внеаудиторной самостоятельной работой.

Цель внеаудиторной самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений обучающихся;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности обучающихся: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирование общих и профессиональных компетенций
- развитие исследовательских умений.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. По предмету «Электротехника и электроника» используются следующие виды заданий для внеаудиторной самостоятельной работы: подготовка к защите лабораторных работ и практических занятий.

Перед выполнением обучающимися внеаудиторной самостоятельной работы преподаватель проводит инструктаж по выполнению задания, который включает цель задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объем работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся используются наблюдение и оценка выполнения практических занятий и лабораторных работ, оценка по результатам тестирования, оценка по результатам устного опроса.

Критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

- сформированность общеучебных умений;
- уровень освоения студентом учебного материала;
- умение студента использовать теоретические знания при выполнении практических задач;
- уровень умения активно использовать электронные образовательные ресурсы, находить требующуюся информацию, изучать ее и применять на практике;
- обоснованность и четкость изложения ответа;
- оформление материала в соответствии с требованиями;
- уровень умения четко сформулировать проблему, предложив ее решение, критически оценить решение и его последствия;
- уровень умения сформулировать собственную позицию и аргументировать ее.
- уровень умения определить, проанализировать альтернативные возможности, варианты действий;

Назначение данного пособия – оказание методической помощи обучающемуся в выполнении самостоятельной внеаудиторной работы.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Раздел 1. Введение, основные понятия и определения

Тема 1.1. Электрическое поле

1. Подготовить доклад о вкладе русских ученых в электротехнику
2. Решение задач: Расчет электростатических цепей

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.
2. Подготовьтесь к защите отчёта по лабораторной работе и практическому занятию. Для этого изучите устройство конденсаторов и используемых для них материалов, а также алгоритм решения задач, которые вместе с преподавателем разбирались на аудиторном занятии.
3. Оформите отчет по лабораторной работе и практическому занятию в соответствии с требованиями и сдайте преподавателю на проверку.
4. Подготовьтесь к устному опросу, для чего повторите и проанализируйте изученный учебный материал.
5. Решение задач: Расчет электростатических цепей

Задача 1.

На расстоянии $r = 5$ м друг от друга находятся два точечных положительных заряда $q_1 = 4 \cdot 10^{-7}$ Кл и $q_2 = 9 \cdot 10^{-7}$ Кл. Определите в какой точке необходимо расположить заряд q_0 , чтобы все три заряда оказались в равновесии. Найдите величину и знак этого заряда.

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимают под ёмкостью одиночного проводника?
2. Опишите устройство простейшего плоского конденсатора.
3. Как изображают конденсатор на электрических принципиальных схемах?
4. Чем определяются свойства конденсатора?
5. От чего зависит ёмкость конденсатора?
6. Как нужно соединить конденсаторы, чтобы ёмкость батареи: увеличилась? уменьшилась?

Форма отчетности: Оформление отчёта по лабораторной работе и практическому занятию, устный опрос.

Раздел 2. Линейные электрические цепи постоянного тока

Тема 2.1. Физические процессы в электрических цепях постоянного тока

1. Подготовить презентацию о сверхпроводниках и криопроводниках;
Порядок оформления презентации смотрите в приложении
2. Решение задач на законы Ома

В цепь, изображенную на рисунке, подано напряжение 7,2 В. Сопротивления всех резисторов одинаковы и равны 6 Ом. Найдите силу тока, идущего через источник.

Начертите схему последовательного соединения 2 резисторов сопротивлением 1 Ом и 2 Ом. Определите в каком из них сила тока больше.

Определите сколько одинаковых резисторов было соединено параллельно, если каждый из них имеет сопротивление 600 Ом, а их общее сопротивление составило 50 Ом.

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.

2. Подготовьтесь к защите отчёта по лабораторной работе и практическому занятию. Для этого изучите условные обозначения и буквенные коды основных элементов электрических цепей, правила начертания и чтения принципиальных схем, а также алгоритм выполнения задач, которые вместе с преподавателем разбирались на аудиторном занятии.
3. Оформите отчет по лабораторной работе и практическому занятию в соответствии с требованиями и сдайте преподавателю на проверку.
4. Подготовьтесь к устному опросу, для чего повторите и проанализируйте изученный учебный материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой электрическая цепь?
2. Чем определяются свойства элемента цепи?
3. Что понимают под схемой замещения электрической цепи?
4. Какая электрическая схема принципиальной?
5. Для чего используют принципиальные схемы?
6. Перечислите правила начертания принципиальных схем.

Форма отчетности: Оформление отчёта по лабораторной работе и практическому занятию, устный опрос.

Тема 2.2. Электрические цепи. Элементы электрических цепей

Составить конспект по теме: Практическое применение закона Джоуля – Ленца

Цель задания: Расширение знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Просмотрите имеющийся материал, проанализируйте особенности текста, поймите, сложен ли он, содержит ли незнакомые термины.
2. Отделите главное от второстепенного, разделите информацию на части и расположите эти части в нужном порядке.
3. Обозначьте тезисы (основные мысли) текста. Сформулируйте их небольшими предложениями, коротко и понятно.
4. Запишите основные пункты, мысли, важные идеи, формулы и правила.

Форма отчетности: Конспект материала.

Тема 2.3. Методы расчета и измерения основных параметров электрических цепей

Расчет сложных электрических цепей

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Найдите токи в ветвях схемы, приведенной на рисунке, пользуясь законами Кирхгофа. Сопротивления приемников: $R_1 = R_2 = R_3 = 1 \text{ Ом}$, $R_4 = R_5 = R_6 = 2 \text{ Ом}$. Величины ЭДС источников: $E_1 = 50 \text{ В}$, $E_2 = 20 \text{ В}$, $E_3 = 40 \text{ В}$.

Методические указания по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.
2. Подготовьтесь к защите отчёта по лабораторной работе и практическому занятию. Для этого изучите основные законы электрических цепей, а также алгоритм решения задач, которые вместе с преподавателем разбирались на аудиторном занятии.
3. Оформите отчет по лабораторной работе и практическому занятию в соответствии с требованиями и сдайте преподавателю на проверку.
4. Подготовьтесь к устному опросу, для чего повторите и проанализируйте изученный учебный материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Что представляет собой электрическая цепь?
2. Какие устройства называют элементами электрической цепи?

3. Чем определяются свойства элемента электрической цепи?
4. Что включает в себя обобщенная электрическая цепь?
5. Дайте определение:
 - Закона Ома для участка цепи
 - Закона Ома для замкнутой цепи
 - Первого закона Кирхгофа
 - Второго закона Кирхгофа
 - Закона Джоуля – Ленца

Форма отчетности: Оформление отчётов по лабораторной работе и практическому занятию, устный опрос.

Раздел 3 Нелинейные электрические цепи

Тема 3. Нелинейные электрические цепи постоянного тока

Проработать конспект: Описать практическое применение нелинейных элементов

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Просмотрите имеющийся материал, проанализируйте особенности текста, поймите, сложен ли он, содержит ли незнакомые термины.
2. Отделите главное от второстепенного, разделите информацию на части и расположите эти части в нужном порядке.
3. Обозначьте тезисы (основные мысли) текста. Сформулируйте их небольшими предложениями, коротко и понятно.
4. Запишите основные пункты, мысли, важные идеи, формулы и правила.

Форма отчетности: Конспект материала.

Вопросы для самоконтроля

Нелинейные элементы эл. цепей постоянного тока. ВАХ нелинейных элементов. Графический метод расчета нелинейных электрических цепей.

1. Укажите назначение измерительных приборов, используемых в лабораторной работе.
2. Назовите основные Нелинейные элементы эл. цепей постоянного тока.
3. Что такое ВАХ нелинейных элементов?
4. Какие бывают методы расчета нелинейных элементов?

Раздел 4. Электрические цепи переменного тока

Тема 4.1. Начальные сведения о переменном токе

Расчет параметров переменных ЭДС

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.
2. Подготовьтесь к защите отчёта по лабораторной работе и практическому занятию. Для этого изучите понятия переменного тока, способы представления и характеристики синусоидального переменного тока, порядок построения векторных диаграмм, а также алгоритм решения задач, которые вместе с преподавателем разбирались на аудиторном занятии.
3. Оформите отчет по лабораторной работе и практическому занятию в соответствии с требованиями и сдайте преподавателю на проверку.
4. Подготовьтесь к устному опросу, для чего повторите и проанализируйте изученный учебный материал.

Форма отчетности: Оформление отчётов по лабораторной работе и практическому занятию, устный опрос.

Тема 4.2. Расчет электрических цепей переменного тока

1. Описать практическое использование резонансных режимов
2. Подготовить сообщение о комплексных числах: формы представления комплексных чисел, действия над комплексными числами.

Цель задания: Расширение знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Просмотрите имеющийся материал, проанализируйте особенности текста, поймите, сложен ли он, содержит ли незнакомые термины.
2. Отделите главное от второстепенного, разделите информацию на части и расположите эти части в нужном порядке.
3. Обозначьте тезисы (основные мысли) текста. Сформулируйте их небольшими предложениями, кратко и понятно.
4. Запишите основные пункты, мысли, важные идеи, формулы и правила.

Форма отчетности: Конспект материала.

Вопросы для самоконтроля

1. В чём выражается действие индуктивности, включенной в цепь переменного тока?
2. Как проявляет себя ёмкость в цепи переменного тока?
3. Объясните порядок построения векторной диаграммы
4. Что собой представляет векторная диаграмма и для чего её используют?
5. Какие законы применяют для расчёта электрической цепи переменного тока?

Раздел 5 Трёхфазные электрические цепи

Тема 5.1. Трёхфазная симметричная система ЭДС. Трёхфазные цепи

1. Описать выбор схемы соединения потребителя, переключение со звезды на треугольник
2. Подготовить сообщение о коротком замыкании в цепи переменного тока

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Просмотрите имеющийся материал, проанализируйте особенности текста, поймите, сложен ли он, содержит ли незнакомые термины.
2. Отделите главное от второстепенного, разделите информацию на части и расположите эти части в нужном порядке.
3. Обозначьте тезисы (основные мысли) текста. Сформулируйте их небольшими предложениями, кратко и понятно.
4. Запишите основные пункты, мысли, важные идеи, формулы и правила.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение трёхфазной системе электроснабжения.
2. Чему равен угол сдвига фаз синусоидальных ЭДС в трёхфазной системе?
3. Что в трёхфазной системе называется фазой?
4. Какие провода называют линейными? **нейтральными**? фазными?
5. Какое напряжение называют фазным? линейным?
6. Какое соединение трёхфазной системы называется звездой?
7. В каком случае трёхфазная система является четырёхпроводной? Трёхпроводной?
8. Когда трёхфазная система называется симметричной? Равномерной?
9. Почему при питании нагрузки фазным напряжением, когда нагрузка на фазы не является строго симметричной, наличие нейтрального провода обязательно?
10. Какое соединение трёхфазной системы называется треугольником?

Форма отчетности: Форма отчетности: Конспект материала.

Раздел 6. Магнитное поле

Тема 6.1 Магнитное поле

Законспектировать тему: Механические силы в магнитном поле. Тяговое усилие электромагнита

Цель задания: Расширение знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Просмотрите имеющийся материал, проанализируйте особенности текста, поймите, сложен ли он, содержит ли незнакомые термины.
2. Отделите главное от второстепенного, разделите информацию на части и расположите эти части в нужном порядке.
3. Обозначьте тезисы (основные мысли) текста. Сформулируйте их небольшими предложениями, коротко и понятно.
4. Запишите основные пункты, мысли, важные идеи, формулы и правила.

Форма отчетности: Конспект материала.

Тема 6.2. Магнитные цепи

Расчет магнитных цепей

Цель задания: Закрепление и систематизация знаний обучающихся по теме.

Методические указания по выполнению задания:

1. Внимательно прочитайте учебный материал, изложенный в конспекте и учебной литературе.
2. Подготовьтесь к защите отчёта по лабораторной работе и практическому занятию. Для этого изучите основные понятия и величины магнитного поля, магнитные свойства веществ, характеристики магнитных материалов, основные законы магнитной цепи, а также алгоритм решения задач, которые вместе с преподавателем разбирались на аудиторном занятии.
3. Оформите отчет по лабораторной работе и практическому занятию в соответствии с требованиями и сдайте преподавателю на проверку.
4. Подготовьтесь к устному опросу, для чего повторите и проанализируйте изученный учебный материал.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое магнитная цепь?
2. Почему можно провести аналогию магнитных цепей с электрическими?
3. В чём состоит принцип непрерывности магнитного поля?
4. Сформулируйте закон полного тока
5. Какие материалы называют ферромагнитными?
6. Что может быть источником магнитного потока?
7. Как преобразуется энергия магнитного потока?

Форма отчетности: Оформление отчётов по лабораторной работе и практическому занятию, устный опрос.

Тема 6.3 Электромагнитная индукция

Подготовить презентацию по теме: Трёхфазный трансформатор: конструкции магнитопровода, обмоток, схемы и группы соединения обмоток

Рекомендации по выполнению презентации смотрите в приложении

Цель задания: Расширение знаний обучающихся по теме.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое Трёхфазный трансформатор?
2. Назовите основные части трансформатора?
3. Что такое повышающая и понижающая обмотки?

4. Перечислите схемы соединения обмоток трансформатора?
 5. Перечислите группы соединения обмоток трансформатора?
- Форма отчетности:** Презентация темы

Раздел 7 Электрические машины и трансформаторы

Тема 7.1 Электрические машины постоянного тока

Задача №1 Для трехфазного асинхронного электродвигателя даны следующие величины при номинальной нагрузке: суммарные потери мощности в двигателе $\sum P$; коэффициент полезного действия $\eta_{\text{ном}}$;

синхронная частота вращения поля n_1 и частота тока в роторе f_{2S} . Частота тока в сети равна $f_1 = 50$ Гц. Определить: 1) потребляемую P_1 и номинальную полезную $P_{\text{ном2}}$ мощности; 2) скольжение $S_{\text{ном}}$; 3) частоту вращения ротора $n_{\text{ном2}}$; 4) число пар полюсов двигателя p ; 5) полезный вращающий момент $M_{\text{ном}}$.

Как изменяются в роторе асинхронного двигателя частота тока f_{2S} , индуктивное сопротивление X_{2S} , Э.Д.С. E_{2S} и ток I_2 при увеличении нагрузки на валу? Приведите соответствующие формулы, пояснения и т. д.

Указания: 1. Номинальную полезную мощность находят из формулы для К.П.Д.: $\eta_{\text{ном}} = P_{\text{ном2}} / (P_{\text{ном2}} + \sum P)$

2. Потребляемая мощность $P_1 = P_{\text{ном2}} + \sum P$

Типовой пример № 1

Трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором типа 4API60S6У3 имеет номинальные данные:

мощность $P_{\text{ном}} = 11$ кВт; напряжение $U_{\text{ном}} = 380$ В; частота вращения ротора $n_2 = 975$ об/мин; к. п. д. $\eta_{\text{ном}} = 0,855$; коэффициент мощности $\cos \varphi = 0,83$; кратность пускового тока $I_{\text{п}}/I_{\text{ном}} = 7$; кратность пускового момента $M_{\text{п}}/M_{\text{ном}} = 2,0$; способность к перегрузке $M_{\text{max}}/M_{\text{ном}} = 2,2$.

Частота тока в сети $f_1 = 50$ Гц.

Определить 1) потребляемую мощность; 2) номинальный, пусковой и максимальный моменты; 3) номинальный и пусковой токи; 4) номинальное скольжение; 5) частоту тока в роторе; 6) суммарные потери в двигателе.

Можно ли осуществить пуск двигателя при номинальной нагрузке, если напряжение в сети при пуске снизилось на 20%?

Решение.

1. Мощность, потребляемая из сети

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} / \eta_{\text{ном}} = 11 / 0,855 = 12,86 \text{ кВт.}$$

2. Номинальный момент, развиваемый двигателем:

$$M = 9,55 P_{\text{ном}} / n_2 = 9,55 * 11 * 1000 / 975 = 107,7 \text{ Нм.}$$

3. Максимальный и пусковой моменты:

$$M_{\text{max}} = 2,2 M_{\text{ном}} = 2,2 * 107,7 = 237 \text{ Нм;}$$

$$M_{\text{п}} = 2 M_{\text{ном}} = 2 * 107,7 = 215,4 \text{ Нм.}$$

4. Номинальный и пусковой токи:

$$I_{\text{ном}} = P_{\text{ном}} * 1000 / 3 \eta_{\text{ном}} \cos \varphi_{\text{ном}} = 11 * 1000 / 1,73 * 380 * 0,855 * 0,83 = 23,6 \text{ А}$$

$$I_{\text{п}} = 7,0 * I_{\text{ном}} = 7,0 * 23,6 = 165 \text{ А}$$

5. Номинальное скольжение:

$$S_{\text{ном}} = (n_1 - n_2) / n_1 = (1000 - 975) / 1000 = 2,5\%$$

6. Частота тока в роторе

$$f_2 = f_1 * S = 50 * 0,025 = 1,25 \text{ Гц.}$$

7. При снижении напряжения в сети на 20% на выводах двигателя остается напряжение $0,8 U_{\text{ном}}$. Так как момент двигателя пропорционален квадрату напряжения, то

$$M_{\text{п}}^1 / M_{\text{п}} = (0,8 U_{\text{ном}})^2 / U_{\text{ном}}^2 = 0,64$$

Отсюда $M_{\text{п}}^1 = 0,64 M_{\text{п}} = 0,64 * 21564 = 138 \text{ Нм}$, что больше $M_{\text{ном}} = 107,7 \text{ Нм}$.

Таким образом, пуск двигателя возможен.

Задача № 2 Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением отдает полезную мощность P_2 и потребляет из сети мощность P_1 при напряжении $U_{\text{ном}}$ двигатель развивает полезный момент M при частоте вращения якоря n . Сила тока в цепи якоря равна I , противо-э.д.с. в обмотке якоря E . Потери мощности в обмотках якоря и возбуждения равны P_a и $P_{\text{пс}}$. Сопротивление обмоток якоря и возбуждения $R_a + R_{\text{пс}}$. В момент пуска двигатель потребляет из сети пусковой ток $I_{\text{п}}$, Коэффициент полезного действия двигателя равен $\eta_{\text{дв}}$. Используя данные, определить все величины, отмеченные прочерками в таблице вариантов.

Какой вид имеют графики изменения частоты вращения и момента двигателя с последовательным возбуждением? Пояснить, почему недопустима работа такого двигателя при малых нагрузках.

Типовой пример № 2

Электродвигатель постоянного тока с последовательным возбуждением присоединен к сети напряжением $U_{\text{ном}} = 110 \text{ В}$ и вращается с частотой $n = 1500 \text{ об/мин}$. Двигатель развивает полезный момент (на валу) $M = 120 \text{ Нм}$. К. п. д. двигателя $\eta_{\text{дв}} = 0,84$. Суммарное сопротивление обмоток якоря и возбуждения $R_a + R_{\text{пс}} = 0,02 \text{ Ом}$. Определить: 1) полезную мощность P_2 2) потребляемую мощность P_1 3) потребляемый из сети ток; 4) сопротивление пускового реостата, при котором пусковой ток ограничивается до $2,5I$; 5) противо-э. д. с. в обмотке якоря.

Решение.

1. Полезную мощность двигателя определяем из формулы полезного момента

$$P_2 = Mn / 9,55 = 120 * 1500 / 9,55 = 18\,848 \text{ Вт} = 18,85 \text{ кВт.}$$

2. Мощность, потребляемая из сети:

$$P_1 = P_2 / \eta_{\text{дв}} = 18,85 / 0,84 = 22,44 \text{ кВт.}$$

3. Ток, потребляемый из сети:

$$I = P_1 / U_{\text{ном}} = 22,44 * 1\,000 / 110 = 204 \text{ А.}$$

4. Необходимое сопротивление пускового реостата

$$R_{\text{р}} = U_{\text{ном}} / (2,5 I) - (R_a + R_{\text{пс}}) = 110 / (2,5 * 204) - 0,02 = 0,196 \text{ Ом.}$$

5. Противо-э. д. с. в обмотке, якоря

$$E = U_{\text{ном}} - I(R_a + R_{\text{пс}}) = 110 - 204 * 0,02 = 105,9$$

Рекомендуемые литературные источники

Основная литература

1. Новожилов, О. П. Электротехника и электроника [Текст] : учебник для бакалавров / О. П. Новожилов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2013. - 653 с. - Библиогр.: с. 632-635. - ISBN 978-5-9916-2061-1.

Дополнительная литература

1. Рекус Г.Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями:

учебное пособие [Электронный ресурс] / Рекус Г. Г. - Директ-Медиа, 2014. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233698>

2. Рекус Г.Г. Лабораторные работы по электротехнике и основам электроники. Учебное пособие для неэлектротехнических спец. вузов [Электронный ресурс] / Рекус Г.Г., Чесноков В.Н. - Директ-Медиа, 2014. Режим доступа; <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228437>

Периодические издания

1. Журнал «Электричество»
2. Журнал «Промышленная энергетика»
3. Журнал «Электротехника»

Интернет-ресурсы

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Библиотека Гумер – <https://www.gumer.info/> Доступ свободный.
2. Научная библиотека - <http://niv.ru/> Доступ свободный
3. eLIBRARY.RU – www.elibrary.ru Доступ свободный. Необходима индивидуальная регистрация в локальной сети вуза.
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru/> Доступ свободный
5. Infolio - Университетская электронная библиотека – <http://www.infoliolib.info/>

Тематические профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Бесплатная электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>
2. Электронная электротехническая библиотека – <http://www.electrolibrary.info>
3. Онлайн электрик: сервис для энергетиков / электроснабжение, электрофикация – <https://online-electric.ru>
4. Образовательный сайт по электротехнике, имеется раздел по электроснабжению <http://electricalschool.info>

Электронные библиотечные системы

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» – <http://www.biblioclub.ru/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.
2. ЭБС «Лань» – <http://e.lanbook.com/> После регистрации доступ возможен из любой точки сети Интернет.

Дополнительные Интернет-ресурсы

- 1.
2. Электроника в интернете: сайты, статьи, публикации по электронике. – <http://www.nauki-online.ru/elektronika/>
Электротехника: сайт об электротехнике. – <http://electrono.ru/>