

Подписано электронной подписью:

Вержицкий Данил Григорьевич

Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»

Дата и время: 2024-03-21 00:00:00

471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

«Кемеровский государственный университет»

Новокузнецкий институт (филиал)

Факультет информатики, математики и экономики

Кафедры информатики и вычислительной техники

им. В.К. Буторина

Горлин А.В.

ЭЛЕКТРОНИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Методические указания по изучению дисциплины

по направлению/специальности подготовки

20.03.01 Техносферная безопасность

*профиль «Безопасность технологических процессов и
производств»*

Новокузнецк - 2020

Горлин А.В.

Электроника и электротехника: метод. указ. по изучению дисциплины по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата) / А.В. Гор- лин. - Новокузнецк ин-т (фил.) Кемеров. гос. ун-та. – Новокузнецк: НФИ КемГУ, 2020. – 35 с. - Текст: непосредственный.

В настоящих методических указаниях для студентов представлены рекомендации по работе с лекционным материалом, предусматривающей проработку конспекта лекций и учебной литературы, по подготовке к практическим занятиям, а также по подготовке к экзамену по итогам изучения дисциплины.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению 29.03.01 Техносферная безопасность (профиль «Безопасность технологических процессов и производств»).

Рекомендовано
на заседании
кафедры
информатики и вычислитель-
ной техники им. В.К. Буторина
31 августа 2020 г.
Заведующий кафедрой



А.В. Маркидонов

Горлин А.В., 2020
Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Кемеровский государственный
университет», Новокузнецкий
институт (филиал), 2020

Текст представлен в авторской редакции

Оглавление

	Пояснительная записка	4
1	Содержание учебной дисциплины	5
2	Методические указания обучающимся по подготовке к учебным занятиям	15
	2.1 Методические указания обучающимся по подготовке к лекционным занятиям	15
	2.2 Методические указания обучающимся по подготовке к практическим занятиям	17
3	Методические указания обучающимся по выполнению внеаудиторной самостоятельной работы по учебной дисциплине	19
	3.1 Методические указания обучающимся по подготовке к различным видам самостоятельной работы	19
	3.2 Методические указания обучающимся по подготовке к промежуточному контролю	20
	3.3 Методические указания обучающимся по работе с учебной литературой	30
4	Список рекомендуемой учебной литературы	35

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Электротехника, электроника и схемотехника» включена в базовую часть учебного плана бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность (направленность (профиль) «Безопасность технологических процессов и производств»).

Предлагаемые методические указания (МУ) предназначены для систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений, а также формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

Задачи МУ:

- углубить и расширить теоретическую подготовку и практические умения;
- развить активность, познавательные способности и исследовательские умения;
- сформировать умение использовать учебную и специализированную литературу;
- подготовить к промежуточной аттестации по дисциплине.

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1 «Основные понятия и модели теории электромагнитного поля»

Понятие об электромагнитном поле. Интегральные и дифференциальные соотношения между основными величинами, характеризующими поле. Подразделение электротехнических задач на цепные и полевые. Пассивные (резистор, индуктивная катушка, конденсатор) элементы электрической цепи, их свойства и характеристики. Схемы замещения электротехнических устройств.

Раздел 2 «Основные законы и определения теории электрических цепей, топологические параметры и методы расчета электрических цепей»

2.1 Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей. Источники и приемники электрической энергии. Активные (источники ЭДС и тока) элементы электрической цепи, их свойства и характеристики. Взаимные преобразования активных элементов.

2.2 Топологические понятия теории электрических цепей. Классификация цепей: линейные и нелинейные, неразветвленные и разветвленные с одним и несколькими источниками энергии, с сосредоточенными и распределенными параметрами.

2.3 Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Принцип непрерывности (замкнутости) электрического тока и магнитного потока. Законы Ома и Кирхгофа. Принципы суперпозиции, компенсации и взаимности. Теорема об эквивалентном активном двухполюснике.

2.4 Методы анализа и расчета линейных электрических цепей постоянного тока. Общие принципы расчета цепей. Упрощение структуры цепей методом эквивалентных преобразований (трансфигурации). Анализ и расчет неразветвленных электрических цепей с одним и несколькими источниками энергии. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с не-

сколькими источниками энергии путем применения законов Кирхгофа, методов: контурных токов, узловых напряжений, эквивалентного активного двухполюсника..

Раздел 3 «Анализ установившегося режима в цепях синусоидального тока. Многополюсные цепи»

3.1 Способы представления и параметры синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения синусоидального тока (напряжения).

3.2 Составление дифференциальных уравнений для анализа цепей с последовательным и параллельным соединением элементов и их решение. Активное, реактивное и полное сопротивления ветви. Векторная диаграмма напряжений и треугольник сопротивлений ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности ($\cos \varphi$) и его технико-экономическое значение.

3.3 Комплексный метод расчета линейных цепей переменного тока. Комплексные схемы замещения электрических цепей. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях синусоидального тока.

3.4 Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение. Частотные свойства цепей переменного тока.

Раздел 4 «Трехфазные цепи переменного тока»

4.1 Анализ и расчет трехфазных цепей переменного тока. Элементы трехфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трехфазного источника питания и приемников энергии.

4.2 Трех- и четырехпроводные схемы питания приемников. Соотношения между фазными и линейными напряжениями в симметричной системе ЭДС источника.

4.3 Соединения приемников трехфазной цепи звездой и треугольником и особенности их расчета при симметричных и несимметричных нагрузках. Назначение нейтрального провода.

4.4 Мощность трехфазной цепи. Коэффициент мощности.

4.5 Техника безопасности при эксплуатации трехфазных устройств.

Раздел 5 «Расчет электрических цепей при периодических несинусоидальных воздействиях»

5.1 Периодические несинусоидальные воздействия и разложение их в ряд Фурье. Особенности расчета коэффициентов ряда Фурье при наличии симметрии в форме сигналов.

5.2 Максимальные, средние и действующие напряжения (токи).

5.3 Анализ простейших частотно-избирательных цепей при последовательном (параллельном) включении реактивных элементов.

5.4 Электрические схемы и принципы работы простейших сглаживающих и резонансных устройств.

5.5 Мощности в цепях несинусоидального тока.

5.6 Особенности работы трехфазных цепей несинусоидального тока.

Раздел 6 «Расчет переходных процессов в цепях во временной области. Использование преобразования Лапласа для анализа цепей. Передаточная функция цепи»

6.1 Понятие о переходных процессах; коммутация, собственные колебания цепи и вынужденный режим. Переходные процессы в цепях первого порядка при включении источников постоянных сигналов. Переходные процессы в цепи, содержащей индуктивный, емкостной и резистивный элементы (колебательный, аperiodический и критический режимы).

6.4 Законы Кирхгофа в операторной форме. Операторные уравнения и схемы замещения элементов цепи. Анализ переходных процессов в цепях с помощью преобразования Лапласа. Использование теоремы запаздывания для получения изображений сигналов.

6.5 Передаточная функция цепи и ее связь с импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи. Связь пере-

даточных функций с дифференциальными уравнениями цепи и частотами ее собственных колебаний.

Раздел 7 «Анализ и расчет электрических цепей с нелинейными элементами»

7.1 Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Управляемые нелинейные элементы.

7.2 Анализ и расчет цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении.

7.3 Анализ и расчет цепей переменного тока с нелинейными элементами. Инерционные и безынерционные нелинейные элементы.

7.4 Методы расчета нелинейных электрических цепей с применением ЭВМ.

Раздел 8 «Основные законы и определения теории магнитных цепей. Анализ и расчет магнитных цепей»

8.1 Основные магнитные величины и законы электромагнитного поля.

8.2 Свойства и характеристики ферромагнитных материалов. Магнитные цепи постоянных магнитных потоков. Применение закона полного тока для анализа и расчета магнитной цепи без воздушного зазора в магнитопроводе и с воздушным зазором. Схемы замещения магнитных цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.

Раздел 9 «Электрические цепи с распределенными параметрами и переходные процессы в них»

9.1 Понятие о цепях с распределенными параметрами. Дифференциальные уравнения линии с распределенными параметрами. Решение уравнения линии. Волновое сопротивление. Определение напряжения и тока в любой точке линии.

9.2 Падающие и отраженные волны. Фазовая скорость. Линия без искажений. Согласованная нагрузка. Входное сопро-

тивление нагруженной линии. Стоячие волны в линии без потерь. Бегущие, стоячие и смешанные волны в линии без потерь. Цепная схема.

9.3 Падающие и отраженные волны на линии. Электромагнитные процессы при движении прямоугольной волны по линии. Схема замещения линии. Переходные процессы при включении линии. Линия задержки.

Раздел 10 «Электрические измерения и приборы»

10.1 Измерения электрических и неэлектрических величин. Методы измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и сравнения. Меры и преобразователи. Метрологические характеристики средств измерений.

10.2 Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

10.3 Преобразователи неэлектрических величин: генераторные и параметрические.

10.4 Понятие о мостовых и компенсационных методах измерений электрических и неэлектрических величин.

10.5 Понятие об автоматических регистрирующих измерительных приборах и автоматизированных системах управления технологическими процессами.

Раздел 11 «Электрические машины»

11.1 Понятие электрической машины, основные электромагнитные и электромеханические процессы, происходящие в электрической машине. Понятие обобщенной машины.

11.2 Трансформаторы. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

11.3 Асинхронные электрические машины. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

11.4 Синхронные машины. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

11.5 Машины постоянного тока. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

Раздел 12 «Физические основы электроники»

12.1 Состояния электрона в атоме, связи атомов в кристаллах, кристаллическая решетка. Фононы. Энергетические уровни электрона в изолированном атоме. Обобществление электронов в кристалле. Волновая функция электрона в кристалле. Движение электрона в кристалле под действием внешней силы.

Заполнение зон электронами и деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные полупроводники. Понятие о дырках. Локальные уровни в запрещенной зоне. Примесные полупроводники.

12.2 Генерация электронно-дырочных пар. Тепловая генерация. Концентрация носителей заряда в собственном полупроводнике. Уровень Ферми. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей заряда в собственных полупроводниках. Концентрация носителей заряда и положение уровня Ферми в примесных полупроводниках. Полевая генерация носителей заряда. Генерация носителей заряда при соударениях. Процессы рекомбинации носителей заряда. Время жизни носителей.

12.3 Явления переноса зарядов. Дрейф зарядов в электрическом поле. Диффузия носителей заряда в полупроводниках. Понятие подвижности носителей заряда и ее зависимость от температуры. Электропроводность полупроводников.

Равновесные и неравновесные носители заряда. Квази-уровни Ферми. Дрейф и диффузия неравновесных носителей. Уравнения непрерывности.

12.4 Понятие электрического перехода. Переход металл – полупроводник. Вольт – амперная характеристика (ВАХ) перехода. Переход между полупроводниками n и p типов. Понятие симметричного и несимметричного перехода. p-n переход в равновесном состоянии. p-n переход, смещенный в прямом направлении, концентрации носителей зарядов, ВАХ перехода, смещенного в прямом направлении. p-n переход, смещенный в обратном направлении, концентрации носителей зарядов, ВАХ перехода, смещенного в обратном направлении. Импульсные и высокочастотные свойства p-n перехода. Емкости p-n перехода. Пробой p-n перехода.

Раздел 13 «Схемы замещения, параметры и характеристики полупроводниковых приборов»

13.1 Полупроводниковые диоды. Маломощные выпрямительные диоды. Принцип действия, ВАХ. Импульсные диоды, стабилитроны, варикапы. Принцип действия, ВАХ и параметры. Туннельные и лавинно – пролетные диоды. Понятие о схемах замещения электронных приборов. Схема замещения полупроводникового диода. Коммутационные потери в диодах.

13.2 Биполярный транзистор. Устройство. Основные процессы происходящие в транзисторе (принцип действия). Эффект модуляции толщины базы (эффект Эрли). Схемы включения биполярного транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой (ОБ). Модель Эберса – Молла. Статические параметры биполярного транзистора.

13.3 Полевой транзистор с управляющим p-n переходом. Устройство. Принцип действия. Схемы включения полевого транзистора. Статические характеристики полевого транзистора с управляющим p-n переходом. Частотные свойства. Схемы замещения и параметры транзистора. Разновидности полевых транзисторов с управляющим p-n переходом.

13.4 Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП-транзистор). Устройство, классификация. Принцип дей-

ствия. Особенности протекания физических процессов. Статические характеристики полевых транзисторов с индуцированным и со встроенным каналами. Эквивалентные схемы замещения, параметры транзисторов.

Ключевой режим работы полевых транзисторов с изолированным затвором. Переходные характеристики полевых транзисторов при работе в ключевом режиме.

13.5 Тиристоры. Диодный тиристор (динистор). Устройство, принцип действия, вольт – амперная характеристика. Триодный тиристор (тринистор). Устройство, принцип действия, особенности отпирания по управляющему электроду. Вольт амперная характеристика силового тринистора.

Раздел 14 «Аналоговая схемотехника. Усилительные каскады переменного и постоянного тока. Обратные связи в усилителях»

14.1 Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных усилителей: коэффициент усиления, амплитудно-частотные характеристики. Режимы работы и температурная стабилизация.

14.2 Понятие о многокаскадных усилителях. Усилители мощности. Понятие об избирательных усилителях.

14.3 Усилители постоянного тока. Дрейф нуля. Дифференциальные каскады.

14.4 Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя.

Раздел 15 «Аналоговая схемотехника. Источники вторичного электропитания. Эталонные источники»

15.1 Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры. Электрические схемы и принцип работы выпрямителя.

15.2 Электрические фильтры.

15.3 Стабилизаторы напряжения и тока. Внешние характеристики.

Раздел 16 «Аналоговая схемотехника. Операционные и решающие усилители, активные фильтры, компараторы»

16.1 Схемы, свойства и применение операционных усилителей (ОУ).

16.2 Дифференцирующие усилители, сумматоры и интеграторы на базе ОУ

16.3 Усилители переменного тока. Измерительные усилители.

16.4 Активные фильтры.

16.5 Аналоговые компараторы. Ограничители.

16.6 Генераторы.

16.7 Аналоговые перемножители сигналов.

16.8 Логарифмические усилители.

Раздел 17 «Электронные ключи»

17.1 Ключевые устройства на биполярных и полевых транзисторах.

17.2 Быстродействие ключей и способы его повышения.

17.3 Аналоговые ключи. Силовые ключи.

17.4 Ключевые устройства на интегральных микросхемах.

Раздел 18 «Цифровая схемотехника. Базовые элементы интегральных схем. Типовые комбинационные схемы»

18.1 Принципы построения логических элементов. Основные электрические параметры и эксплуатационные характеристики логических микросхем. Разновидности логических интегральных микросхем: ТТЛ, ЭСЛ, КМОП. Перспективные типы логических микросхем.

18.2 Основы синтеза комбинационных схем. Кодовые преобразователи. Шифраторы и дешифраторы. Логические коммутаторы (мультиплексоры и де мультиплексоры). Сумматоры. Схемы ускоренного переноса. Двоичные компараторы.

183. Минимизация логических функций, синтез комбинационных цифровых устройств.

Раздел 19 «Цифровая схемотехника. Последовательностные цифровые устройства»

19.1. Элементы оперативной памяти-триггеры. Асинхронные и синхронные RS-триггеры. D-триггеры и T-триггеры.

19.2. Двоичные и двоично-десятичные счетчики.

19.3 Регистры памяти и сдвига.

19.4. Цифровые автоматы. Автоматы Мили и Мура. Синтез цифровых автоматов.

Раздел 20 «Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи»

20.1 Классификация способов АЦП - ЦАП преобразований; ЦАП с прецизионными резистивными матрицами.

20.2 АЦП циклического равномерного и поразрядного уравнивания. Следящее уравнивание. АЦП двойного интегрирования.

Раздел 21 «Методы и средства автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем»

21.1 Основные задачи автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем.

21.2 Математические модели аналоговых и цифровых элементов электронных схем.

21.3 Построение математических моделей электронных схем по структурным и принципиальным схемам.

21.4 Математические методы, применяемые при решении задач анализа и синтеза электронных схем.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К УЧЕБНЫМ ЗАНЯТИЯМ

2.1. Методические указания обучающимся по подготовке к лекционным занятиям

На лекциях преподаватель рассматривает вопросы рабочей программы учебной дисциплины, составленной в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению / специальности подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность.

Знакомство с учебной дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от обучающегося требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется конспектировать содержание учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Конспектирование лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда он оформляется самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе

с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателем. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает выступающий, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п., выделяя их и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту учебную литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с текстом лекции позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

При подготовке к лекционным занятиям студентам важно соблюдать следующие правила:

- перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины, что позволит сэкономить время на записывание темы лекции, ее основных вопросов, рекомендуемой литературы;

- на отдельные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором на портале или присланный на «электронный почтовый ящик группы» (таблицы, графики, схемы); данный материал будет охарактеризован, прокомментирован, дополнен непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции; при затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным учебным источникам; если разобраться в материале опять не удалось, то

необходимо обратиться к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях;

– студенты, присутствующие на лекционном занятии, обязаны не только внимательно слушать преподавателя кафедры, но и конспектировать излагаемый им материал; при этом конспектирование материала представляет собой запись основных теоретических положений, излагаемых лектором. Конспектирование лекций дает студенту не только возможность пользоваться записями лекций при самостоятельной подготовке к семинарам и зачету (экзамену), но и глубже и основательней вникнуть в существо излагаемых в лекции вопросов, лучше усвоить и запомнить материал.

– для студента важно выработать свой стереотип написания слов, однако по возможности надо стараться избегать различных ненужных сокращений и записывать слова, обычно не сокращаемые, полностью; если существует необходимость прибегнуть к сокращению, то надо употреблять общепринятые сокращения, так как произвольные сокращения по истечении некоторого времени забываются, и при чтении конспекта бывает, в связи с этим, очень трудно разобрать написанное.

– студенту, пропустившему лекционное занятие (независимо от причин), рекомендуется не позже чем в 10-дневный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучавшейся на лекции (студенты, не отчитавшиеся за каждое пропущенное занятие к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре).

2.2. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим занятиям

Значительную роль в изучении предмета выполняют практические занятия, которые призваны, прежде всего, закреплять теоретические знания, полученные в ходе прослушивания и запоминания лекционного материала, ознакомления с учебной и

научной литературой, а также выполнения самостоятельных заданий. Тем самым, практические занятия способствуют получению наиболее качественных знаний, помогают приобрести навыки самостоятельной работы.

Приступая к подготовке темы практического занятия, необходимо внимательно ознакомиться с его планом. Затем следует изучить соответствующие конспекты лекций, главы учебников и методических пособий, разобрать примеры, ознакомиться с дополнительной литературой (справочниками, энциклопедиями, словарями). Предлагается к наиболее важным и сложным вопросам темы составлять конспекты ответов. Конспектирование дополнительных источников также способствует более плодотворному усвоению учебного материала. Следует готовить все вопросы соответствующего занятия: необходимо уметь давать определения основным понятиям, знать основные положения теории, правила и формулы, предложенные для запоминания к каждой теме

Перед очередным практическим занятием целесообразно выполнить все задания, предназначенные для самостоятельного рассмотрения, изучить лекцию, соответствующую теме следующего практического занятия, подготовить ответы на вопросы по теории, разобрать примеры. В процессе подготовки к практическому занятию закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые категории, «язык» становится богаче. Столкнувшись в ходе подготовки с недостаточно понятными моментами темы, необходимо найти ответы самостоятельно или зафиксировать свои вопросы для постановки и уяснения их на самом практическом занятии.

В начале занятия следует задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении.

Самое главное на практическом занятии – уметь изложить свои мысли окружающим, поэтому необходимо обратить внимание на нижеследующие полезные советы.

1. Если студент чувствует, что не владеет навыком устного изложения, необходимо составить подробный план материала, который он будет излагать. Но только план, а не подробный ответ, чтобы избежать зачитывания.

2. Студенту необходимо стараться отвечать, придерживаясь пунктов плана.

3. При устном ответе не волноваться, так как вокруг друзья, а они очень благожелательны к присутствующим.

4. Следует говорить внятно при ответе, не употреблять слова-паразиты.

5. Полезно изложить свои мысли по тому или иному вопросу дома, в общении.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВНЕАУДИТОРНОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

3.1. Методические указания обучающимся по подготовке к различным видам самостоятельной работы

Важность самостоятельной работы для студентов высшего учебного заведения трудно переоценить. Это важнейшая часть учебного процесса. Решение задач по подготовке квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, невозможно без наличия навыков самостоятельной работы студентов.

Цель самостоятельной работы студентов:

– усвоение фундаментальных и профессиональных знаний, умений и навыков в соответствии с профилем деятельности;

– сознательное и самостоятельное осуществление работы с учебным и научным материалом;

- овладение опытом исследовательской и созидательной деятельности;
- приобретение навыков творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального формата;
- приобретение основ самоорганизации и самовоспитания для получения навыков перманентного повышения профессионализма.

Для достижения целей самостоятельной работы студентов необходимо решение следующих задач:

- углубление, расширение, систематизация и закрепление полученных студентами знаний и умений;
- выработка навыка использования и анализа источниковой базы и специальной литературы;
- формирование исследовательских навыков и умений;
- овладение способностью использовать собранную в ходе самостоятельной работы информацию в учебных целях.

Для проверки результатов самостоятельной работы используются различные формы контроля, в том числе:

1. Устные опросы и собеседования на практических занятиях;
2. Проверка решения учебных задач и выполнения практико-ориентированных заданий (в устной или письменной формах на практическом занятии);
3. Проверка результатов контрольных срезов;
4. Подготовка рефератов.

3.2 Методические указания обучающимся по подготовке к промежуточному контролю

Готовиться к зачету/экзамену необходимо последовательно, с учетом контрольных вопросов, разработанных ведущим преподавателем кафедры. Сначала следует определить место каждого контрольного вопроса в соответствующем разделе темы учебной программы, а затем внимательно прочитать и осмыслить рекомендованные научные учебные работы, соответствующие разделы рекомендованных учебников. При этом по-

лезно делать хотя бы самые краткие выписки и заметки. Деятельность над темой можно считать завершенной, если вы сможете ответить на все контрольные вопросы и дать определение понятий по изучаемой теме. Для обеспечения полноты ответа на контрольные вопросы и лучшего запоминания теоретического материала рекомендуется составлять план ответа на контрольный вопрос. Это позволит сэкономить время для подготовки непосредственно перед зачетом за счет обращения не к учебной литературе, а к своим записям. При подготовке необходимо выявлять наиболее сложные, дискуссионные вопросы, с тем, чтобы обсудить их с преподавателем на обзорных лекциях и консультациях. Нельзя ограничивать подготовку к зачету простым повторением изученного материала. Необходимо углубить и расширить ранее приобретенные знания за счет новых идей и положений. Результат по сдаче зачета/экзамена объявляется студентам, вносится в зачетную/экзаменационную ведомость. При получении отметки «не зачтено»/ «неудовлетворительно» повторная сдача осуществляется в другие дни, установленные деканатом.

Примерные теоретические вопросы к зачету:

1. Понятие об электромагнитном поле. Интегральные и дифференциальные соотношения между основными величинами, характеризующими поле. Подразделение электротехнических задач на цепные и полевые.

2. Пассивные (резистор, индуктивная катушка, конденсатор) элементы электрической цепи, их свойства и характеристики. Явление взаимоиндукции. Схемы замещения электротехнических устройств.

3. Основные понятия и обозначения электрических величин и элементов электрических цепей. Активные (источники ЭДС и тока) элементы электрической цепи, их свойства и характеристики. Взаимные преобразования активных элементов. Топологические понятия теории электрических цепей. Классификация цепей.

4. Законы Ома и Кирхгофа. Принципы суперпозиции, компенсации и взаимности.
5. Теорема об эквивалентном активном двухполюснике.
6. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с несколькими источниками энергии путем применения законов Кирхгофа
7. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с несколькими источниками энергии методов: контурных токов,
8. Анализ и расчет разветвленных электрических цепей с несколькими источниками энергии узловых напряжений.
9. Способы представления и параметры синусоидальных функций. Мгновенное, среднее и действующее значения синусоидального тока (напряжения).
10. Составление дифференциальных уравнений для анализа цепей с последовательным и параллельным соединением элементов. Активное, реактивное и полное сопротивления ветви.
11. Векторная диаграмма напряжений и треугольник сопротивлений ветви. Фазовые соотношения между током и напряжением. Мощность в цепях переменного тока. Коэффициент мощности и его технико-экономическое значение.
12. Комплексный метод расчета линейных цепей переменного тока. Комплексные схемы замещения электрических цепей. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость ветви. Комплексная мощность и баланс мощности в цепях синусоидального тока.
13. Резонансные явления в электрических цепях, условия возникновения, практическое значение.
14. Частотные свойства цепей переменного тока.
15. Линейные четырехполюсники. Уравнения матрицы и параметры четырехполюсников.
16. Особенности анализа цепей с индуктивно-связанными элементами; трансформатор в линейном режиме, идеальный трансформатор.

17. Элементы трехфазных цепей. Способы изображения и соединения фаз трехфазного источника питания и приемников энергии.

18. Трех- и четырехпроводные схемы питания приемников. Соотношения между фазными и линейными напряжениями в симметричной системе ЭДС источника.

19. Соединения приемников трехфазной цепи звездой особенности их расчета при симметричных и несимметричных нагрузках. Назначение нейтрального провода.

20. Соединения приемников трехфазной цепи треугольником особенности их расчета при симметричных и несимметричных нагрузках

21. Мощность трехфазной цепи. Коэффициент мощности. Измерение мощности трехфазной цепи.

22. Получение вращающегося магнитного поля.

23. Метод симметричных составляющих.

24. Периодические несинусоидальные воздействия и разложение их в ряд Фурье. Особенности расчета коэффициентов ряда Фурье при наличии симметрии в форме сигналов.

25. Максимальные, средние и действующие напряжения (токи). Мощности в цепях несинусоидального тока.

26. Анализ простейших частотно-избирательных цепей при последовательном (параллельном) включении реактивных элементов.

27. Понятие о переходных процессах; коммутация, собственные колебания цепи и вынужденный режим. Переходные процессы в цепях первого порядка при включении источников постоянных сигналов.

28. Переходные процессы в цепи, содержащей индуктивный, емкостной и резистивный элементы (колебательный, апериодический и критический режимы).

29. Уравнения цепи через переменные состояния. Аналитическое решение уравнений состояния. Уравнения связи. Численное решение уравнений состояния.

30. Единичные ступенчатая и импульсная функции. Переходная и импульсная характеристики цепи. Определение реакции цепи при воздействии сигналов произвольной формы: интегралы наложения с использованием переходной и импульсной характеристик цепи (Интеграл Дюамеля).

31. Законы Кирхгофа в операторной форме. Операторные уравнения и схемы замещения элементов цепи. Анализ переходных процессов в цепях с помощью преобразования Лапласа. Использование теоремы запаздывания для получения изображений сигналов.

32. Передаточная функция цепи и ее связь с импульсной, переходной и частотными характеристиками цепи. Связь передаточных функций с дифференциальными уравнениями цепи и частотами ее собственных колебаний.

33. Вольт-амперные характеристики нелинейных элементов. Управляемые нелинейные элементы. Анализ и расчет цепей постоянного тока с нелинейными элементами при последовательном и параллельном их включении.

34. Анализ и расчет цепей переменного тока с нелинейными элементами. Инерционные и безинерционные нелинейные элементы.

35. Методы расчета нелинейных электрических цепей с применением ЭВМ.

36. Свойства и характеристики ферромагнитных материалов. Магнитные цепи постоянных магнитных потоков. Применение закона полного тока для анализа и расчета магнитной цепи без воздушного зазора в магнитопроводе и с воздушным зазором.

37. Схемы замещения магнитных цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитных цепей.

38. Понятие о цепях с распределенными параметрами. Дифференциальные уравнения линии с распределенными параметрами. Решение уравнения линии.

39. Волновое сопротивление. Определение напряжения и тока в любой точке линии. Падающие и отраженные волны. Фазовая скорость.

40. Линия без искажений. Согласованная нагрузка. Входное сопротивление нагруженной линии. Стоячие волны в линии без потерь. Бегущие, стоячие и смешанные волны в линии без потерь. Цепная схема.

41. Электромагнитные процессы при движении прямоугольной волны по линии. Схема замещения линии. Переходные процессы при включении линии. Линия задержки.

42. Измерения электрических и неэлектрических величин. Методы измерений: прямые и косвенные, непосредственной оценки и сравнения. Меры и преобразователи. Метрологические характеристики средств измерений.

43. Измерение электрических величин: токов, напряжений, сопротивлений, мощности и энергии.

44. Преобразователи неэлектрических величин: генераторные и параметрические.

45. Мостовые и компенсационные методы измерений электрических и неэлектрических величин.

46. Понятие электрической машины, основные электромагнитные и электромеханические процессы, происходящие в электрической машине.

47. Асинхронные электрические машины. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

48. Синхронные машины. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

49. Машины постоянного тока. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

50. Трансформаторы. Назначение, принцип действия и физика происходящих внутри процессов, характеристики, конструкция, применение.

Примерные теоретические вопросы к экзамену:

1. Состояния электрона в атоме, связи атомов в кристаллах, кристаллическая решетка. Фононы. Энергетические уровни электрона в изолированном атоме. Обобществление электронов в кристалле. Волновая функция электрона в кристалле. Движение электрона в кристалле под действием внешней силы.

2. Заполнение зон электронами и деление тел на металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные полупроводники. Понятие о дырках. Локальные уровни в запрещенной зоне. Примесные полупроводники.

3. Генерация электронно-дырочных пар. Тепловая генерация. Концентрация носителей заряда в собственном полупроводнике. Уровень Ферми. Положение уровня Ферми и концентрация свободных носителей заряда в собственных полупроводниках. Концентрация носителей заряда и положение уровня Ферми в примесных полупроводниках.

4. Полевая генерация носителей заряда. Генерация носителей заряда при соударениях. Процессы рекомбинации носителей заряда. Время жизни носителей.

5. Явления переноса зарядов. Дрейф зарядов в электрическом поле. Диффузия носителей заряда в полупроводниках. Понятие подвижности носителей заряда и ее зависимость от температуры. Электропроводность полупроводников.

6. Равновесные и неравновесные носители заряда. Квазиуровни Ферми. Дрейф и диффузия неравновесных носителей. Уравнения непрерывности.

7. Переход между полупроводниками n и p типов. Понятие симметричного и несимметричного перехода. p - n переход в равновесном состоянии. p - n переход, смещенный в прямом направлении, концентрации носителей зарядов, ВАХ перехода, смещенного в прямом направлении. p - n переход, смещенный в обратном направлении, концентрации носителей зарядов, ВАХ перехода, смещенного в обратном направлении.

8. Импульсные и высокочастотные свойства р-п перехода. Емкости р-п перехода. Пробой р-п перехода.

9. Полупроводниковые диоды. Маломощные выпрямительные диоды. Принцип действия, ВАХ. Импульсные диоды, стабилитроны, варикапы. Принцип действия, ВАХ и параметры. Туннельные и лавинно – пролетные диоды. Понятие о схемах замещения электронных приборов. Схема замещения полупроводникового диода. Коммутационные потери в диодах.

10. Биполярный транзистор. Устройство. Основные процессы происходящие в транзисторе (принцип действия). Эффект модуляции толщины базы (эффект Эрли). Схемы включения биполярного транзистора. Статические характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой (ОБ). Модель Эберса – Молла. Статические параметры биполярного транзистора. Модель в области малого сигнала (линейная модель транзистора).

11. Динамические параметры и частотные свойства биполярного транзистора. Зависимость параметров транзистора от режима и температуры. Параметры транзистора как четырехполюсника (h -параметры). Характеристики и параметры транзистора в схеме ОЭ.

12. Ключевой режим работы биполярного транзистора. Переходные характеристики биполярного транзистора при работе в ключевом режиме.

13. Полевой транзистор с управляющим р-п переходом. Устройство. Принцип действия. Схемы включения полевого транзистора. Статические характеристики полевого транзистора с управляющим р-п переходом. Частотные свойства. Схемы замещения и параметры транзистора. Разновидности полевых транзисторов с управляющим р-п переходом.

14. Полевой транзистор с изолированным затвором (МДП-транзистор). Устройство, классификация. Принцип действия. Особенности протекания физических процессов. Статические характеристики полевых транзисторов с индуцирован-

ным и со встроенным каналами. Эквивалентные схемы замещения, параметры транзисторов.

15. Ключевой режим работы полевых транзисторов с изолированным затвором. Переходные характеристики полевых транзисторов при работе в ключевом режиме.

16. Диодный тиристор (динистор). Устройство, принцип действия, вольт – амперная характеристика. Триодный тиристор (тринистор). Устройство, принцип действия, особенности отпирания по управляющему электроду. Вольт амперная характеристика силового тринистора.

17. Индикаторные приборы. Фотоэлектрические полупроводниковые приборы. Оптоэлектронные приборы.

18. Классификация и основные характеристики усилителей. Анализ работы однокаскадных усилителей: коэффициент усиления, амплитудно-частотные характеристики.

19. Режимы работы и температурная стабилизация.

20. Многокаскадные усилители.

21. Усилители мощности.

22. Избирательные усилители.

23. Усилители постоянного тока. Дрейф нуля. Дифференциальные каскады.

24. Обратные связи в усилителях, их влияние на параметры и характеристики усилителя.

25. Полупроводниковые выпрямители: классификация, основные параметры. Электрические схемы и принцип работы однофазных выпрямителей.

26. Электрические схемы и принцип работы трехфазных выпрямителей.

27. Электрические фильтры.

28. Параметрические и компенсационные стабилизаторы напряжения. Внешние характеристики.

29. Импульсные стабилизаторы напряжения. Внешние характеристики.

30. Схемы, свойства и применение операционных усилителей (ОУ). Дифференцирующие усилители, сумматоры и интеграторы на базе ОУ.

31. Усилители переменного тока. Измерительные усилители.

32. Активные фильтры.

33. Аналоговые компараторы. Ограничители. Логарифмические усилители.

34. Генераторы.

35. Аналоговые перемножители сигналов.

36. Ключевые устройства на биполярных и полевых транзисторах. Быстродействие ключей и способы его повышения.

37. Аналоговые ключи. Силовые ключи. Ключевые устройства на интегральных микросхемах.

38. Принципы построения логических элементов. Основные электрические параметры и эксплуатационные характеристики логических микросхем.

39. Разновидности логических интегральных микросхем: ТТЛ, ЭСЛ, КМОП.

40. Основы синтеза комбинационных схем. Кодовые преобразователи. Шифраторы и дешифраторы. Логические коммутаторы (мультиплексоры и де мультиплексоры).

41. Сумматоры. Схемы ускоренного переноса. Двоичные компараторы.

42. Минимизация логических функций, синтез комбинационных цифровых устройств.

43. Триггеры. Асинхронные и синхронные RS-триггеры. D-триггеры и T-триггеры. Универсальные JK-триггеры.

44. Двоичные и двоично-десятичные счетчики. Синтез синхронных и асинхронных суммирующих, вычитающих и реверсивных счетчиков.

45. Регистры памяти и сдвига.

46. Цифровые автоматы. Автоматы Мили и Мура. Синтез цифровых автоматов.

47. Классификация способов АЦП - ЦАП преобразований; ЦАП с прецизионными резистивными матрицами.

48. АЦП циклического равномерного и поразрядного уравнивания. Следящее уравнивание. АЦП двойного интегрирования.

49. Основные задачи автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем.

50. Математические модели аналоговых и цифровых элементов электронных схем.

51. Построение математических моделей электронных схем по структурным и принципиальным схемам.

52. Математические методы, применяемые при решении задач анализа и синтеза электронных схем.

3.3. Методические указания обучающимся по работе с учебной литературой

Работу с учебной литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя карандашом его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения.

Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает ли тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер.

Умение работать с текстом приходит постепенно. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, определять проблематичный характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого происходит знакомство с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивается весомость и доказательность аргументов сторон и делается вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в учебной литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с научной и учебной литературой является создание записей. Форма записей может быть разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект и др.

План – структура письменной работы, определяющая последовательность изложения материала. Он является наиболее

краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации; это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым. Их отличие состоит в степени детализации содержания и, соответственно, в объеме. Преимущество плана состоит в том, что план позволяет наилучшим образом уяснить логику мысли автора, упрощает понимание главных моментов произведения. Кроме того, он позволяет быстро и глубоко проникнуть в сущность построения произведения и, следовательно, гораздо легче ориентироваться в его содержании и быстрее обычного вспомнить прочитанное. С помощью плана гораздо удобнее отыскивать в источнике нужные места, факты, цитаты и т.д.

Выписки представляют собой небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отделы абзацы, а также дословные и близкие к дословным записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного. Выписки представляют собой более сложную форму записи содержания исходного источника информации. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести наиболее важные мысли автора, статистические и даталогические сведения. В отдельных случаях – когда это оправдано с точки зрения продолжения работы над текстом – вполне допустимо заменять цитирование изложением, близким дословному.

Тезисы – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме. Отличие тезисов от обычных выписок состоит в том, что тезисам присуща значительно более высокая степень концентрации материала. В тезисах отмечается преобладание выводов над общими рассуждениями. Записываются они близко к оригинальному тексту, т.е. без использования прямого цитирования.

Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление. К написанию аннотаций прибегают в тех случа-

ях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов. Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего выводов. Но резюме излагается своими словами – выдержки из оригинального текста в нем практически не встречаются.

Конспект представляет собой сложную запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему. При выполнении конспекта требуется внимательно прочитать текст, уточнить в справочной литературе непонятные слова и вынести справочные данные на поля конспекта. Нужно выделить главное, составить план. Затем следует кратко сформулировать основные положения текста, отметить аргументацию автора. Записи материала следует проводить, четко следуя пунктам плана и выражая мысль своими словами. Цитаты должны быть записаны грамотно, учитывать лаконичность, значимость мысли. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным рас-

стоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с научными источниками и учебной литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам;
- пользоваться различными словарями, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме синонимичные средства, слова-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования и др.;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;

- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.)

4. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная учебная литература:

1. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника : учебник и практикум для вузов / С. А. Миленина, Н. К. Миленин ; под редакцией Н. К. Миленина. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 406 с. – ISBN 978-5-534-04525-3. – URL: <https://urait.ru/bcode/450334>. (дата обращения 31.08.2020). – Текст: электронный.

2. Новожилов, О. П. Электроника и схемотехника в 2 т : учебник для академического бакалавриата / О. П. Новожилов. – Москва : Издательство Юрайт, 2015. – 804 с. – ISBN 978-5-9916-4182-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/382342>. (дата обращения 31.08.2020). – Текст: электронный.

Дополнительная учебная литература:

1. Водовозов, А.М. Основы электроники : учебное пособие / А.М. Водовозов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. – 140 с. – ISBN 978-5-9729-0137-1. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444184>. (дата обращения 31.08.2020). – Текст: электронный.

2. Здыренкова, Т.В. Электротехника и электроника : учебное пособие / Т.В. Здыренкова, В.А. Михеев, В.А. Стариков ; Тюменский государственный университет. – Тюмень : Тюменский государственный университет, 2013. – 412 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574381>. (дата обращения 31.08.2020). – Текст: электронный.

3. Топильский, В.Б. Схемотехника аналого-цифровых преобразователей: учебное издание / В.Б. Топильский. – Москва : Техносфера, 2014. – 290 с. – ISBN 978-5-94836-383-7. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=273796>. (дата обращения 31.08.2020). – Текст: электронный.