


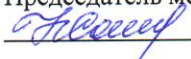
НЕФТЕЮГАНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ
(филиал) федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Югорский государственный университет»

ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ

**Методические указания и контрольные задания
для студентов заочной формы обучения
по специальности**

**08.02.09 Монтаж, наладка и техническая эксплуатация
электрооборудования промышленных и гражданских зданий**

РАССМОТРЕНЫ
Предметной (цикловой)
комиссией
Протокол № 1 от 15.09.16
Председатель П(Ц)К
 Т.А Кунаикова

Утверждены
заседанием методсовета
Протокол № 1 от 22.09.16
Председатель методсовета
 Н.И. Савватеева

Методические указания разработаны на основании программы учебной дисциплины «Основы электроники» по специальности среднего профессионального образования 08.02.09 Монтаж, наладка и техническая эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Нефтеюганского индустриального колледжа (филиала) ФГБОУ ВО «ЮГУ»

Разработчик:

И.Н Перфилова – преподаватель
Нефтеюганского индустриального
колледжа (филиала) ФГБОУ ВО
«ЮГУ»

Пояснительная записка

Методические указания и контрольные задания разработаны на основании программы учебной дисциплины «Основы электроники». Программа учебной дисциплины разработана на основе ФГОСЗ+ по специальности среднего профессионального образования.

Программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена по специальности среднего профессионального образования 08.02.09 Монтаж, наладка и техническая эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий.

Учебная дисциплина «Основы электроники» относится к циклу специальных технических дисциплин и предусматривает изучение основ электроники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

уметь:

- определять параметры полупроводниковых и типовых электронных каскадов по заданным условиям;

знать:

- принцип действия и устройства электронной, микропроцессорной техники и микроэлектроники, их характеристики и область применения

Для освоения требуемых знаний и умений по учебной дисциплине «Основы электроники» перед выполнением контрольной работы студент должен изучить учебный материал по темам, указанным в тематическом плане учебной дисциплины.

Для очной формы обучения предусматривается максимальная учебная нагрузка обучающегося 120 часов, в том числе: обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 80 часов, самостоятельной работы обучающихся 40 часов.

Для заочной формы обучения предусматривается 22 часа аудиторных занятий, из них 6 часов отведено на проведение практических работ.

Учебным планом предусмотрена 1 контрольная работа.

Итоговой формой контроля является дифференцированный зачет.

Тематический план и содержание учебной дисциплины «**Основы электроники**»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные и практические работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения
1	2	3	4
Раздел 1. Элементная база электронной техники			
Тема 1.1 Введение. Физические процессы в полупроводниках	Определение «Электроника». Область применения электронных устройств. Основные направления электроники. Материалы, используемые в электронике. Физические свойства и процессы в полупроводниках. Собственная и примесная проводимость. Электронно-дырочный переход и его свойства. Открытый и закрытый р-п переход, виды пробоев.	2	2
Тема 1.2 Резисторы	Резисторы – определение, классификация, назначение в электронике, условные обозначения на схемах, маркировка, способы соединения.	2	2
Тема 1.3 Конденсаторы	Конденсаторы - определение, классификация, назначение в электронике, условные обозначения на схемах, маркировка, способы соединения	2	2
	Практическая работа №1 Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях	2	2
	Самостоятельная работа №1 Подготовка к практической работе №1 Самостоятельная работа № 2 Подготовка конспекта по теме «Применение конденсаторов в радиотехнике»	3	2
Тема 1.4 Полупроводниковые диоды	Устройство, принцип действия, вольтамперная характеристика полупроводниковых диодов. Классификация диодов. Условные графические обозначения, маркировка, основные классификационные параметры и область применения полупроводниковых диодов.	2	2
	Лабораторная работа №1 Снятие вольтамперной характеристики полупроводникового диода.	2	2
	Самостоятельная работа №. 3 Расчетно-графическое оформление Л/р №1	2	2

Тема 1.5 Транзисторы		Назначение, устройство, принцип действия биполярных транзисторов. Основные параметры и маркировка транзисторов. Схемы включения транзисторов р-п-р перехода с общей базой, с общим эмитером, с общим коллектором. Рабочая область характеристик транзистора. Условные графические обозначения, маркировка, значение параметров. Полевые транзисторы. Устройство, работа, схемы включения, характеристики, параметры, маркировка. Устройство, работа, условные графические обозначения, маркировка, параметры, разновидности, ВАХ, способы управления тиристорами	6	2
		Лабораторная работа №2 Снятие характеристик транзистора	2	2
		Самостоятельная работа №4 Расчетно-графическое оформление лабораторной работы №2	2	2
Тема 1.6 Полупроводниковые фотоэлементы		Внешний, внутренний, фотогальванический фотоэффекты. Электронные фотоэлементы с внешним фотоэффектом. Источники и приемники светового потока. Практическое применение фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов. Оптоэлектронные устройства. Оптрон - определение, область применения, устройство и основные характеристики. Бесконтактные релейные схемы в цепях автоматической защиты электрооборудования	6	2
		Самостоятельная работа № 5 Составление кроссворда по теме «Элементная база электроники» Самостоятельная работа № 6 Подготовка ответов на контрольные вопросы по разделу «Элементная база электронной техники»	5	2
Раздел 2. Электронные устройства				
Тема 2.1 Электронные выпрямительные схемы		Основные сведения о выпрямителях. Однополупериодная выпрямительная схема. Двухполупериодная выпрямительная схема. Трехфазный выпрямитель с умножением напряжения. Управляемые выпрямители	4	2
		Практическая работа №2 Расчет параметров диодов и составление схемы выпрямителя	2	2
		Самостоятельная работа № 7 Расчетно-графическое оформление П/р №2	2	2
Тема 2.2 Сглаживающие фильтры		Назначение сглаживающих фильтров. Индуктивные, емкостные сглаживающие фильтры. L – C фильтры.	2	2
Тема 2.3 Стабилизаторы напряжения		Назначение стабилизаторов напряжения. Коэффициент стабилизации. Схема параметрического стабилизатора напряжения. Стабилизаторы компенсационного типа. Импульсные стабилизаторы	2	2
		Самостоятельная работа № 8 Подготовка конспекта на тему: «Стабилизаторы тока»	4	2
Тема 2.4		Назначение, основные характеристики, схема и принцип действия бестрансформаторного блока питания	2	2

Бестрансформаторные блоки питания	Практическая работа №3 Выбор параметров и схемы блока питания и стабилизатора	2	2
	Самостоятельная работа № 9 Расчетно-графическое оформление П/р.№ 3	2	2
Тема 2.5 Электронные усилители	Усилительные каскады на биполярных транзисторах, режимы работы. Схемы температурной стабилизации усилителей. Графический анализ работы усилителей. Дифференциальные усилители. Операционные усилители и операционные схемы	4	2
	Самостоятельная работа № 10 Подготовка конспекта по теме: «Включение транзисторов n-p-n перехода с общей базой, с общим эмиттером, с общим коллектором»	3	2
Тема 2.6 Электронные генераторы	Назначение, общие сведения о генераторах. Классификация. Основные характеристики генераторов. Колебательный контур. Принцип действия кварцевого генератора. Генераторы синусоидальных колебаний. Импульсные генераторы. Мультивибратор и его применение	4	2
	Практическая работа №4 Изучение работы симметричного мультивибратора на транзисторах	2	2
	Самостоятельная работа №11 Расчетно-графическое оформление П/р №4	2	2
Раздел 3 Основы микропроцессорной техники			
Тема 3.1 Микропроцессорные устройства	Понятия о микроэлектронике. Общие сведения о микропроцессорах. Микропроцессорные устройства. Технические характеристики микропроцессоров. Программируемые контроллеры – назначение, классификация. Обобщенная структура, каналы обмена и интерфейс контроллеров	8	2
	Самостоятельная работа № 12 Подготовка конспекта по теме: «Тактовая частота микропроцессора и ее влияние на скорость работы компьютера»	3	2
Тема 3.2 Логические элементы микропроцессорной техники	Арифметическое и логическое обеспечение цифровой техники. Логические функции. Словесные описания логических функций. Логические элементы «И», «ИЛИ», «НЕ» и их комбинации. Электрические схемы логических устройств на базисных элементах	4	2
	Практическая работа № 5 Решение задач с применением элементов алгебры логики	2	2
	Самостоятельная работа №13 Расчетно-графическое оформление П/р.№ 5	2	2
Тема 3.3 Интегральные микросхемы	Полупроводниковые интегральные микросхемы. Классификация, маркировка, параметры интегральных микросхем. Гибридные и совмещенные интегральные микросхемы. Элементная база интегральных микросхем	4	2
	Самостоятельная работа №14 Подготовка конспекта по теме: «Технология изготовления интегральных микросхем»	2	2

Тема 3.4	Триггеры – назначение, классификация. Схема мультивибратора на базисных элементах. Схема автоматического управления с применением микросхем	4	2
Схемы устройств на логических элементах	Самостоятельная работа №15 Подготовка конспекта по теме: «Применение логических элементов в автоматических устройствах»	2	2
Тема 3.5	Проводные и беспроводные каналы связи – назначение, классификация. Носители и приемники информации. Виды передаваемых сигналов. Кодирование и декодирование информационных сигналов	8	2
Средства обмена информацией на расстоянии	Передача информации по телефонным, оптоволоконным линиям связи. Применение витой пары, коаксиального кабеля. Радиоканалы наземной и спутниковой связи. Средства и методы передачи данных в вычислительных сетях		
	Самостоятельная работа № 16 Подготовка к дифференцированному зачету	6	2
Всего:		120	

Требования к выполнению и оформлению контрольной работы

1. К выполнению контрольной работы приступать только тогда, когда требуемый материал тщательно изучен.
2. Контрольная работа должна быть правильно оформлена: на обложке тетради указывается дисциплина, по которой выполняется контрольная работа, специальность, вариант, ФИО обучающегося и преподавателя.
3. В тетради нужно оставить поля, в конце 1-2 страницы для рецензии.
4. Контрольная работа должна быть написана грамотно (без стилистических и грамматических ошибок), не должно быть ошибок по существу предмета.
5. В начале работы указывается номер варианта, затем вопрос и ответ на поставленный вопрос. При необходимости записи сопровождать схемами, рисунками, таблицами. Записи выполняются четко и разборчиво.
6. Допускается выполнение контрольной работы на листах формата А4. Текст печатается на одной стороне с интервалом 1,5. Параметры шрифта: гарнитура шрифта – TimesNewRoman, кегль шрифта – 14 пунктов, цвет текста – авто (черный); параметры абзаца: выравнивание текста – по ширине страницы, отступ первой строки – 1,25 см, межстрочный интервал – полуторный; поля: верхнее и нижнее поля – 20 мм, левое поле 30 мм, правое – 15 мм.
7. В конце контрольной работы указывается перечень литературы, которой обучающийся пользовался при выполнении контрольной работы (фамилия автора, название книги и год издания).
8. При возврате контрольной работы обучающийся должен внимательно прочитать рецензию преподавателя, выполнить все его рекомендации и советы. Исправления необходимо выполнить в той же тетради и сдать контрольную работу повторно.
9. Контрольная работа должны быть предоставлена в учебную часть в срок, указанный в учебном графике.
10. Выполненные контрольные работы оцениваются оценкой «зачтено» или «не зачтено». Контрольные работы, выполненные небрежно, не по своему варианту возвращаются студенту без проверки.
11. Студенты, не выполнившие контрольную работу по дисциплине, к зачету не допускаются.
12. Контрольная работа предусматриваются 20 вариантов. Вариант контрольной работы должен соответствовать номеру в списке журнала.
13. Контрольная работа включает письменные ответы на два теоретических вопроса и решение трех задач.
14. Условия и решение задачи оформляется в соответствии с примером, приведенном в контрольной работе.
15. По всем вопросам, которые возникают в процессе изучения материала и выполнения контрольной работы, следует обращаться к преподавателю за консультацией.

Контрольная работа

Теоретические вопросы контрольной работы

1. Электронно-дырочный переход и его свойства.
2. Что такое донорная и акцепторная примесь?
3. Дать определение «резистор», его назначение в электронных схемах, основные параметры.
4. Конденсаторы. Назначение в электронных схемах, классификация, условные обозначения.
5. Полупроводниковые диоды. Устройство. Вольтамперная характеристика.
6. Классификация диодов, условные графические изображения, маркировка.
7. Биполярные транзисторы. Устройство. Физические процессы в биполярном транзисторе.
8. Схемы включения и вольтамперные характеристики биполярных транзисторов.
9. Полевые транзисторы. Устройство, принцип действия.
10. Полупроводниковые фотоэлементы. Принцип действия, назначение.
11. Полупроводниковые интегральные микросхемы.
12. Интегральные микросхемы. Классификация, основные параметры.
13. Полупроводниковые фотоэлементы.
14. Режимы работы усилительного каскада.
15. Назначение и классификация генераторов гармонических колебаний.
16. LC-автогенераторы. Схемы, принцип работы.
17. RC – автогенераторы. Схемы, принцип работы.
18. Электронные ключи.
19. Генераторы пилообразного напряжения.
20. Мультивибратор. Устройство, принцип работы.
21. Триггеры. Назначение, классификация.
22. Микропроцессор: назначение, основные параметры. Устройства микропроцессорной техники.
23. Устройство и работа основных узлов ЭВМ.
24. Архитектура микропроцессора.
25. Применение микропроцессоров.
26. Интерфейс ЭВМ.
27. Периферийные устройства ЭВМ.
28. Назначение программируемых контроллеров, классификация. Основные функциональные блоки модульных контроллеров.
29. Операции, выполняемые логическими элементами И, ИЛИ, НЕ. Их условные обозначения и эквивалентные контактные схемы.
30. Классификация и назначение выпрямительных устройств.
31. Однополупериодная выпрямительная схема.
32. Двухполупериодная выпрямительная схема.
33. Мостовая выпрямительная схема.
34. Сглаживающие фильтры.
35. Стабилизаторы тока и напряжения.
36. Виды кабельных линий связи между источниками и приемниками информации. Достоинства оптоволоконных линий связи.
37. Определение и классификация линий связи.
38. Принцип работы наземной и спутниковой радиосвязи.
39. Постоянные и оперативные запоминающие устройства
40. Аналого-цифровые и цифро – аналоговые преобразователи

Номера вопросов теоретической части контрольной работы

№ вопроса	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30

№ вопроса	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
2	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

Задача 1

Составьте схему однополупериодного выпрямителя, используя стандартные диоды (параметры приведены в Приложении 1)

Мощность потребителя P_d (Вт), напряжение питания U_d (В). Поясните порядок составления схемы для диодов с приведенными параметрами.

Данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тип диодов	Д7Г	Д224	Д217	Д305	Д214	Д207	Д242Б	Д222	Д303	Д214А
P_d , Вт	80	200	150	300	600	20	180	240	400	800
U_d , В	100	50	500	20	80	60	30	180	80	50

Данные	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Тип диодов	Д209	Д305	Д232	КД202А	Д226А	Д233Б	Д221	Д243Б	Д302	Д207
P_d , Вт	30	150	1000	120	80	500	250	300	250	30
U_d , В	100	20	220	15	150	220	200	200	150	100

Методические указания к решению задачи 1

Пример

Для питания постоянным током потребителя мощностью $P_d=300$ Вт, при напряжении $U_d = 20$ В необходимо собрать схему однополупериодного выпрямителя, используя диоды типа Д 242А.

Решение.

1. Определяем ток потребителя:

$$I_d = \frac{P_d}{U_d} = \frac{300}{20} = 15 \text{ А}$$

2. Определяем напряжение, действующее на диод в непроводящий период.

$$U_b = 3.14 U_d = 3.14 \cdot 20 = 63 \text{ В}$$

- Проверяем диод типа Д 242А по параметрам: допустимый ток $I_{доп}$ и обратное напряжение $U_{обр.}$ (приложение 1). Для этого диода $I_{доп} = 10A$; $U_{обр.} = 100B$.
В данном случае обратное напряжение диода соответствует условию работы потребителя, так как $100B > 63B$. А допустимый ток меньше тока потребителя $I_{доп} < I_d$ то есть $10A < 15A$.
- Чтобы выполнилось условие $I_{доп} > I_d$, надо два диода соединить параллельно (согласно первому закону Кирхгофа), тогда $I_{доп} = 2 \cdot 10 = 20A$. ($20A > 15A$).
- Составляем схему выпрямителя. Смотри рисунок 1.

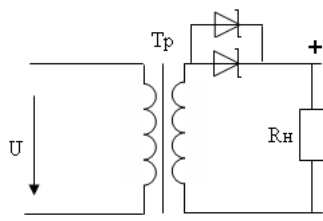


Рисунок 1. Схема однополупериодного выпрямителя

Задача 2

Рассчитать параметры конденсатора для бестрансформаторного блока питания если сопротивление нагрузки составляет R_n (Ом), входное напряжение $U_{вх}$ (В), а напряжение нагрузки U_n (В). Выбрать тип конденсатора согласно его техническим характеристикам (Приложение 2)

Данные	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$U_{вх}$ (В)	220	110	36	60	110	220	50	240	200	110
U_n (В)	30	16	12	6	12	24	5	36	12	26
R_n (Ом)	10	120	24	12	50	80	15	100	100	50

Данные	Вариант									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$U_{вх}$ (В)	220	50	240	200	110	220	110	36	60	110
U_n (В)	12	6	12	24	5	36	24	3	6	12
R_n (Ом)	100	20	50	120	50	10	120	24	12	50

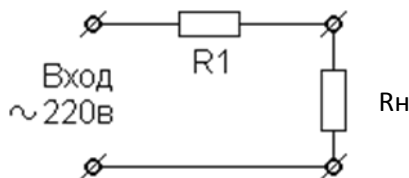
Методические указания к решению задачи 2

Пример

Рассчитать параметры конденсатора для бестрансформаторного блока питания если сопротивление нагрузки составляет $R_n = 80$ Ом, входное напряжение $U_{вх} = 220B$, а напряжение нагрузки $U_n = 12B$. Выбрать тип конденсатора согласно его техническим характеристикам (Приложение 2)

Решение:

Изобразим предварительно простейший делитель напряжения. Согласно второму закону Кирхгофа делитель напряжения состоит из последовательного соединения сопротивлений (рисунок 2).



1. Определим падение напряжения на добавочном резисторе R1

$$U_1 = U_{\text{вх}} - U_{\text{н}} = 220 - 12 = 208\text{В}$$

2. Определяем ток, протекающий через нагрузку:

$$I = \frac{U_{\text{н}}}{R_{\text{н}}} = \frac{12}{80} = 0,15\text{А}$$

3. Определяем сопротивление добавочного резистора:

$$R = \frac{U_1}{I} = \frac{208}{0,15} = 1387\text{ Ом}$$

4. Определим мощность резистора:

$$P = U_1 \times I = 208 \times 0,15 = 31,2\text{ Вт}$$

5. Для того, чтобы этот резистор не грелся от рассеиваемой на нём мощности, рабочее значение его мощности необходимо увеличить в два раза:

$$P_{\text{раб}} = P \times 2 = 31,2 \times 2 = 62,4\text{ Вт}$$

6. Заменяем сопротивление резистора реактивным сопротивлением конденсатора:

$$C = \frac{1}{2\pi f X_c} = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 50 \times 1387} = 2,3\text{ мкФ}$$

7. Выбираем тип конденсатора согласно его техническим характеристикам (Приложение 2). Для нашего случая выбираем бумажный конденсатор типа МБГО на 300В и емкостью 2,5мкФ.

8. Изобразим схему бестрансформаторного (конденсаторного) блока питания (рисунок 3).

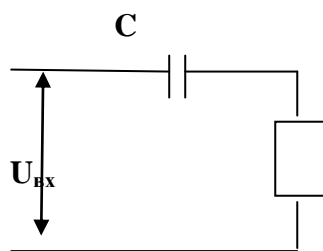


Рисунок 3. Схема бестрансформаторного блока питания на конденсаторе

Технические характеристики полупроводниковых диодов

Тип диода	I _{доп} (А)	U _{обр} (В)	Тип диода	I _{доп}	U _{обр} (В)	Тип диода	I _{доп} (А)	U _{обр} (В)
Д7Г	0,3	200	Д221	0,4	400	Д242	5	100
Д205	0,4	400	Д222	0,4	600	Д242А	10	100
Д207	0,1	200	Д224	5	50	Д242Б	2	100
Д209	0,1	400	Д224А	10	50	Д243	5	200
Д210	0,1	500	Д224Б	2	50	Д243А	10	200
Д211	0,1	600	Д226	0,3	400	Д243Б	2	200
Д214	5	100	Д226А	0,3	300	Д244	5	50
Д214А	10	100	Д231	10	300	Д244А	10	50
Д214Б	2	100	Д231Б	5	300	Д244Б	2	50
Д215	5	200	Д232	10	400	Д302	1	200
Д215А	10	200	Д232Б	5	400	Д303	3	150
Д215Б	2	200	Д233	10	500	Д304	3	100
Д217	0,1	800	Д233Б	5	500	Д305	6	50
Д218	0,1	1000	Д234Б	5	600	КД202А	3	50
						КД202Н	1	500

Приложение 2

Параметры низковольтных низкочастотных конденсаторов

Тип	Номинальная емкость (мкФ)	Номинальное напряжение (в)
БУМАЖНЫЕ		
КМБП	0,05-1	30
МБГО	1-30	300
К42П-5	0,01-1	40
К42У-2	0,047-1	160
К42У-2	0,047-1	250
К42У-2	0,033-0,1	500
ЛАКОПЛЕНОЧНЫЕ		
К76П-1	0,47-2,2	63
К76-3	0,1-10	250
К76-4	0,47-10	25
ПОЛИКАРБОНАТНЫЕ		
К77-1	0,22-22	63
К77-1	0,1-3,9	100
К77-1	0,022-3,9	200
К77-1	0,001-1	400
К77-2	0,056-2,2	63
К77-2	0,01-0,047	100
К77-6	0,03-0,22	100
К77-6	0,001-0,27	250

Список рекомендуемой литературы

Основные источники

1. Водовозов А.М Основы электроники [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Водовозов А.М. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. - 130 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?item=bookinfo&book=760204>
2. Гальперин М.В. Электронная техника [Электронный ресурс]: Учебник / М.В. Гальперин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 352 с. Режим доступа <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=420238>
3. Миловзоров, О.В. Основы электроники [Текст]: учебник для СПО / О. В. Миловзоров, И.Г. Панков. – 5-е изд., перераб. И доп. – Москва: Юрайт, 2016. – 407 с.
4. Славинский А.К. Электротехника с основами электроники: учебное пособие / А.К. Славинский, И.С. Туревский. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ Инфра-М, 2013. - 448 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=365161>

Дополнительные источники

1. Бладыко Ю.В. Сборник задач по электротехнике и электронике [Электронный ресурс] : учеб. пос. / Ю.В. Бладыко и др.; под общ. ред. Ю.В. Бладыко. - 2-е изд., испр. - Минск: Выш. шк., 2013. - 478 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=509040>
2. ЛаппиФ.Э. Анализ простых электронных цепей. От электротехники к электронике. Схемы с диодами и транзисторами [Электронный ресурс] : учеб. пос. /ЛаппиФ.Э. - Новосиб.: НГПУ, 2012. - 144 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=546031>
3. Смирнов, Ю.А Основы микроэлектроники и микропроцессорной техники [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Ю.А. Смирнов, С.В. Соколов, Е. В. Титов. – Электрон.дан. – Санкт-Петербург : Лань, 2013. – 496с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/12948>
4. Чесноков А.В Теоретические положения и тестирование базовых знаний по электротехнике [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Чесноков А.В., Поляков А.Е., Филимонова Е.М. - М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 164 с. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=519269>

Интернет – ресурсы

1. Информационный портал по электротехнике <http://www.electricalschool.info>
2. Информационный портал по электронике и радиотехнике <http://www.radioingener.ru>