

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования — первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 29 »

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.О.22 РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ

(код и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом)

Направление подготовки / специальность

11.03.01 Радиотехника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

Направленность (профиль) / специализация

Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

(наименование направленности (профиля) специализации)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр, магистр, специалист)

Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины Б1.О.22 «Радиоматериалы и радиокомпоненты» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.01 «Радиотехника».

Программу составил:

В.А. Никитин, канд. техн. наук,
доцент кафедры оптоэлектроники


_____ подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.22 «Радиоматериалы и радиокомпоненты» утверждена на заседании кафедры оптоэлектроники ФТФ, протокол № 10 от 17 апреля 2020 г.

Заведующий кафедрой оптоэлектроники
д-р техн. наук, профессор Яковенко Н.А.


_____ подпись

Рабочая программа дисциплины обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий, протокол № 6 от 20 апреля 2020 г.
Заведующий кафедрой, д-р физ.-мат. наук Копытов Г.Ф.


_____ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета, протокол № 9 от 20 апреля 2020 г.

Председатель УМК ФТФ
д-р физ.-мат. наук, профессор Богатов Н.М.


_____ подпись

Рецензенты:

Абрамов Д.Е., канд. хим. наук, директор ООО «Ресурс»

Текуцкая Е.Е., канд. хим. наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины: формирование комплекса устойчивых знаний в области современных радиокомпонентов, а также основных материалов, используемых при их изготовлении.

1.2 Задачи дисциплины: изучение электрофизических свойств, характеристик и областей использования материалов, применяемых в радиоэлектронных системах (РЭС); формирование навыков использования новых достижений в области конструктивных радиоматериалов, прогнозирования свойств радио и оптоэлектронной аппаратуры с учетом химических и физических свойств используемых материалов; овладение способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности (ОПК-2);

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Радиоматериалы и радиокомпоненты» относится к базовой части Блока 1 по направлению подготовки 11.03.01 Радиотехника, профиль подготовки «Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов» учебного плана.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных по дисциплинам электричество и магнетизм, атомная физика, химия и является основой для изучения следующих дисциплин: основы конструирования и технологии производства РЭС, основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС, безопасность жизнедеятельности. Знания, приобретенные в курсе «Радиоматериалы и радиокомпоненты», необходимы для создания широкого класса РЭС и их правильного эксплуатирования.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

ОПК-2 Способность выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат,
Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональной компетенции ОПК-2.

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части) | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны | | |
|--------|--------------------|---|---|--|--|
| | | | знать | уметь | владеть |
| 1 | ОПК-2 | Способностью выявлять естественно-научную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат | Влияние структуры радиоматериалов на их электрические и технологические свойства. | Проводить нанесение тонких металлических пленок, определять и рассчитывать их толщину и физические свойства. | Навыками очистки подложек, термического вакуумного осаждения и проведения фотолитографии, как основных процессов создания микросхем. |

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

| Вид учебной работы | | Всего часов | Семестры | |
|--|--------------------------------------|-------------|-------------|--|
| | | | | |
| Аудиторные занятия (всего) | | 78,2 | 78,2 | |
| В том числе: | | | | |
| Занятия лекционного типа | | 18 | 18 | |
| Занятия семинарского типа (семинары) | | 18 | 18 | |
| Лабораторные работы | | 36 | 36 | |
| КСР | | 6 | 6 | |
| ИКР | | 0,2 | 0,2 | |
| Самостоятельная работа (всего) | | 65,8 | 65,8 | |
| Проработка учебного (теоретического) материала | | 65,8 | 65,8 | |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен) | | зачет | | |
| Общая трудоемкость | час. | 144 | 144 | |
| | в том числе контактная работа | 78,2 | 78,2 | |
| | зач. ед. | 4 | 5 | |

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов | | | | | | | |
|-----------|---|------------------|-------------------|----|----|-----|-----|------------------------|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | | Самостоятельная работа | |
| | | | Л | ПЗ | ЛЗ | КСР | ИКР | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | |
| 1. | Основные сведения о материалах. Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов РЭС. | 12 | 2 | | 4 | | | | 6 |
| 2. | Полупроводниковые материалы. Способы получения и свойства полупроводниковых монокристаллов | 16 | 2 | 2 | 4 | | | | 8 |

| | | | | | | | | |
|-----|--|-----|----|----|----|---|-----|------|
| 3. | Проводниковые материалы. Параметры проводниковых материалов. | 12 | 2 | 2 | 4 | | | 4 |
| 4. | Диэлектрические материалы (диэлектрики). Поляризация диэлектриков. Электрические свойства диэлектриков | 16 | 2 | 2 | 4 | | | 8 |
| 5. | Магнитные материалы. Виды магнитных материалов и их классификация. Основные характеристики магнитных материалов. | 12 | 2 | 2 | | 2 | | 6 |
| 6. | Резисторы Классификация резисторов Маркировка и условное графическое обозначение резисторов | 12 | 2 | 2 | 4 | | | 4 |
| 7. | Конденсаторы. Функции конденсаторов в РЭС и их основные параметры. | 10 | 2 | 2 | | 2 | | 4 |
| 8. | Катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели. | 8 | 2 | 2 | | | | 4 |
| 9. | Полупроводниковые дискретные элементы. | 14 | | 2 | 4 | | | 8 |
| 10. | Полупроводниковые ИС. ИС на основе биполярных и полевых транзисторов. | 12 | | | 4 | 2 | | 6 |
| 11. | Оптоэлектроника. Опволоконные кабели. Элементы оптоэлектроники | 12 | 2 | 2 | 4 | | | 4 |
| 12. | Коммутационные элементы. Назначение коммутационных элементов в РЭС. | 8 | | | 4 | | 0,2 | 3,8 |
| | <i>Итого по дисциплине:</i> | 144 | 18 | 18 | 36 | 6 | 0,2 | 65,8 |

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

| 1 | 2 | 3 | 4 |
|----|---|--|-------------------|
| 1. | Основные сведения о материалах. Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов РЭС. | Общие теплофизические, электрические и механические свойства материалов, применяемых при создании РЭС. Их классификация в соответствии с перечисленными свойствами | эссе |
| 2. | Полупроводниковые материалы. Способы получения и свойства полупроводниковых моно- | Понятие о монокристаллах и эпитаксиальных структурах, методы их получения. Способы получения полупроводниковых монокристаллов: Метод Бриджмена, метод зонной плавки, метод Чо- | Фронтальный опрос |

| | | | |
|----|--|---|-----------------------------|
| | кристаллов | хральского. | |
| 3. | Проводниковые материалы. Параметры проводниковых материалов. | Параметры проводниковых материалов, удельная проводимость и удельное сопротивление. Проводниковые материалы с высокой электропроводностью. Проводниковые материалы с низкой электропроводностью. | Защита лабораторной работы. |
| 4. | Диэлектрические материалы (диэлектрики). Поляризация диэлектриков. Электрические свойства диэлектриков | Поляризация диэлектриков. Электрические свойства диэлектриков, диэлектрическая проницаемость. Зависимость диэлектрической проницаемости от частоты и температуры. Электропроводность. Диэлектрические потери. Электрическая прочность диэлектриков. Механические свойства изоляционных материалов. Основные диэлектрические материалы электронной техники. | Анкетирование, опрос. |
| 5. | Магнитные материалы. Виды магнитных материалов и их классификация. | Основные характеристики магнитных материалов. Магнитная проницаемость, температура Кюри. Зависимость магнитных свойств материалов от частоты приложенного магнитного поля и от температуры. Использование магнитных материалов. | Написание реферата. |
| 6. | Резисторы Классификация резисторов Маркировка и условное графическое обозначение резисторов | Типы резисторов, их свойства и конструкции. Материалы, используемые при изготовлении резисторов. Особенности применения резисторов. Фоторезисторы и терморезисторы, их свойства и области применения. | Написание реферата |
| 7. | Конденсаторы. Функции конденсаторов в РЭС и их основные параметры. | Классификация конденсаторов по типу используемого материала диэлектрика и по функциональному назначению. Конструкции конденсаторов постоянной емкости. Электролитические конденсаторы. Конденсаторы переменной емкости. Условное графическое обозначение конденсаторов на принципиальных схемах и их наименование в соответствии с документами, на основании которых они применяются. | Фронтальный опрос |
| 8. | Катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели. | Функции катушек индуктивности в РЭС и их основные параметры. Классификация по назначению, конструкции и рабочей частоте. Миниатюрные и пленочные катушки индуктивности. Основные параметры трансформаторов и дроссе- | Анкетирование, опрос. |

| | | | |
|-----|---|---|------------------------------------|
| | | лей. Конструкции и условия эксплуатации. | |
| 9. | Полупроводниковые дискретные элементы. | Принцип работы и конструкции полупроводниковых диодов, стабилитронов, варикапов, биполярных и полевых транзисторов. | Написание реферата |
| 10. | Полупроводниковые ИС. ИС на основе биполярных и полевых транзисторов. | Классификация ИС по функциональному признаку и их характеристики. Конструкции корпусов ИС. Большие и сверхбольшие ИС. | Защита лабораторной работы. |
| 11. | Оптоэлектроника. Оптоволоконные кабели. Элементы оптоэлектроники | Определение оптоэлектроники, задачи оптоэлектроники. Элементная база оптоэлектроники, оптические волокна. Интегральная оптика. | Защита лабораторной работы. Опрос. |
| 12. | Коммутационные элементы. Назначение коммутационных элементов в РЭС. | Классификация коммутационных элементов. Назначение коммутационных элементов в РЭС. Разъемы, переключатели, реле; их типы и характеристики. Герконы и оптронные ключи. | Опрос |

2.3.2 Занятия семинарского типа

| | Наименование раздела | Тематика практических занятий (семинаров) | Форма текущего контроля |
|-----|--|--|-------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 13. | Полупроводниковые материалы. Способы получения и свойства полупроводниковых монокристаллов | : Метод Бриджмена, метод зонной плавки, метод Чохральского, достоинства и недостатки каждого метода. | Доклады. |
| 14. | Проводниковые материалы. Параметры проводниковых материалов. | Проводниковые материалы с высокой электропроводностью. Проводниковые материалы с низкой электропроводностью. Применение в РЭС. | Доклады |
| 15. | Диэлектрические материалы (диэлектрики). Поляризация диэлектриков. Электрические свойства диэлектриков | Основные диэлектрические материалы электронной техники, природные и искусственные диэлектрические материалы и их применение в РЭС. | Доклады |
| 16. | Конденсаторы. Функции конденсаторов в РЭС и их основные параметры. | Классификация конденсаторов по типу используемого материала диэлектрика и по функциональному назначению. Конструкции конденсаторов постоянной емкости. Электролитические конденсаторы. Конденсаторы переменной | Доклады |

| | | | |
|-----|---|--|----------|
| | | емкости. Условное графическое обозначение конденсаторов на принципиальных схемах и их наименование в соответствии с документами, на основании которых они применяются. | |
| 17. | Катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели. | Функции катушек индуктивности в РЭС и их основные параметры. Классификация по назначению, конструкции и рабочей частоте. Основные параметры трансформаторов и дросселей. Конструкции и условное графическое обозначение. | Доклады |
| 18. | Полупроводниковые дискретные элементы. | Принцип работы и конструкции полупроводниковых диодов, стабилитронов, варикапов, биполярных и полевых транзисторов. Условное графическое обозначение. Схемы включения. | Доклады |
| 19. | Полупроводниковые ИС. ИС на основе биполярных и полевых транзисторов. | Классификация ИС по функциональному признаку и их характеристики. Конструкции корпусов ИС. Большие и сверхбольшие ИС. | Доклады |
| 20. | Оптоэлектроника. Оптоволоконные кабели. Элементы оптоэлектроники | Определение оптоэлектроники, задачи оптоэлектроники. Элементная база оптоэлектроники, оптические волокна. Интегральная оптика. | Доклады |
| 21. | Коммутационные элементы. Назначение коммутационных элементов в РЭС. | Классификация коммутационных элементов. Назначение коммутационных элементов в РЭС. Разъемы, переключатели, реле; их типы и характеристики. Герконы и оптронные ключи. | Доклады. |

2.3.3 Лабораторные занятия

| | Наименование раздела | Наименование лабораторных работ | Форма текущего контроля |
|-----|---|---|---------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 22. | Основные сведения о материалах. Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов РЭС. | Основы оптических измерений элементов интегральных микросхем и интегральной оптики. | Отчет лабораторной работы |
| 23. | Проводниковые материалы. Параметры проводниковых материалов. | Термическое вакуумное нанесение металлических пленок. | Отчет лабораторной работы |
| 24. | Полупроводниковые ИС. ИС на основе | Изучение конструкций интегральных микросхем и измерение параметров | Отчет лабораторной работы |

| | | | |
|-----|--|--|---------------------------|
| | биполярных и полевых транзисторов. | элементов микросхем. Изучение основ фотолитографии. | |
| 25. | Оптоэлектроника. Опволоконные кабели. Элементы оптоэлектроники | Изучение безмаскового фотолитографического процесса. | Отчет лабораторной работы |

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не запланированы.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| | Наименование раздела | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы |
|----|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Все разделы | <p>Никитин В. А. Материалы электронной техники: учеб. пособие / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2015. 123 с.</p> <p>Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2008. – 400 с.</p> <p>Баканов Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.</p> <p>Покровский Ф. Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 350 с.</p> <p>Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и наноэлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2035.</p> <p>Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/71735</p> |
| 2. | Основы оптических измерений элементов интегральных микросхем и интегральной оптики. | Описание лабораторной работы. |
| 3. | Термическое вакуумное нанесение металлических пленок. | Физические технологии интегральной оптики: лабораторный практикум / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко, А. С. Левченко Краснодар, 2013. – 134 с. |
| 4. | Изучение основ фото- | Физические технологии интегральной оптики: лабора- |

| | | |
|----|--|--|
| | литографии. | торный практикум / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко, А. С. Левченко Краснодар, 2013. – 134 с. |
| 5. | Изучение безмаскового фотолитографического процесса. | Техническое описание и порядок работы на установке безмасковой литографии μ PG 101. |

3. Образовательные технологии

1. Описания лабораторных работ.
2. Разбор выполнения семинарских и лабораторных работ
3. Лабораторное оборудование по изучению технологических процессов микроэлектроники.
4. Программы онлайн-контроля знаний студентов.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

1. Общие сведения о проводниках
2. Физическая природа электропроводности металлов
3. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников
4. Влияние примесей и других структурных дефектов на удельное сопротивление металлов
5. Электрические свойства металлических сплавов
6. Сопротивление проводников на высоких частотах
7. Сопротивление тонких металлических пленок. Размерные эффекты
8. Контактные явления и термоэлектродвижущая сила
9. Классификация проводниковых материалов
10. Материалы высокой проводимости
11. Сверхпроводящие металлы и сплавы
12. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар
13. Металлы и сплавы различного назначения
14. Физические процессы в полупроводниках и их свойства
15. Собственные и примесные полупроводники. Основные и неосновные носители заряда
16. Температурная зависимость удельной проводимости полупроводников
17. Неравновесные носители заряда и механизмы рекомбинации
18. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках
19. Полупроводниковые материалы
20. Классификация полупроводниковых материалов
21. Германий
22. Кремний
23. Твердые растворы на основе соединений $A_{in}B_v$
24. Физические процессы в диэлектриках и их свойства
25. Поляризация диэлектриков
26. Токи смещения и электропроводность диэлектриков
27. Потери в диэлектриках
28. Пробой диэлектриков
29. Пассивные диэлектрики
30. Основные сведения о строении и свойствах полимеров
31. Линейные полимеры

32. Композиционные порошковые пластмассы и слоистые пластики
33. Электроизоляционные компаунды
34. Неорганические стекла
35. Ситаллы
36. Керамика
37. Активные диэлектрики
38. Классификация активных диэлектриков
39. Сегнетоэлектрики
40. Пьезоэлектрики
41. Пироэлектрики
42. Электреты
43. Жидкие кристаллы
44. Физические процессы в магнитных материалах и их свойства
45. Общие сведения о магнетизме
46. Классификация веществ по магнитным свойствам
47. Природа ферромагнитного состояния
48. Процессы при намагничивании ферромагнетиков
49. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков
50. Поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях
51. Особенности ферромагнетиков
52. Доменные структуры в тонких магнитных пленках
53. Магнитные материалы
54. Классификация магнитных материалов
55. Магнитомягкие материалы для постоянных и низкочастотных
56. магнитных полей
57. Магнитомягкие высокочастотные материалы
58. Магнитные материалы специализированного назначения.
59. Магнитотвердые материалы

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

1. Основные сведения о материалах.
2. Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов РЭС.
3. Полупроводниковые материалы их свойства и области применения.
4. Способы получения и свойства полупроводниковых монокристаллов.
5. Проводниковые материалы.
6. Проводниковые материалы с высокой электропроводностью.
7. Проводниковые материалы с низкой электропроводностью.
8. Диэлектрические материалы (диэлектрики).
9. Диэлектрики и их свойства.
10. Металлы, применяемые в РЭС, и их свойства
11. Поляризация диэлектриков.
12. Основные диэлектрические материалы электронной техники.
13. Резисторы. Классификация резисторов.
14. Маркировка и условное графическое обозначение резисторов.
15. Конденсаторы, классификация конденсаторов.
16. Конденсаторы, маркировка и условное графическое обозначение конденсаторов.
17. р-п переход и его свойства. Вольт-амперная характеристика р-п перехода.
18. Транзисторы р-п-р и п-р-п структуры, их условное графическое обозначение и маркировка.
19. Принцип работы биполярного транзистора.
20. Принцип работы полевого транзистора. Условное графическое обозначение и применение.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Никитин В. А. Материалы электронной техники: учеб. пособие / В. А. Никитин, Н. А. Яковенко. – Краснодар: Кубанский госуниверситет, 2015. 123 с.
2. Коледов Л. А. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2008. – 400 с.
3. Баканов Г. Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский ; под ред. И. Г. Мироненко. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
4. Покровский Ф. Н. Материалы и компоненты радиоэлектронных средств: Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия-Телеком, 2005. – 350 с.
5. Игнатов, А.Н. Микросхемотехника и нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 528 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2035>.
6. Сорокин В.С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 384 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/71735>

5.2 Дополнительная литература:

1. Черепяхин А.А. Материаловедение. -М.: Академия, 2004.- 253с.
2. Коваленко А. А. Основы микроэлектроники. Учебное пособие / А. А. Коваленко, М. Д. Петропавловский. – М.: Академия, 2006. – 239 с.
3. Мукосеев В.В., Сидоров И.Н. Маркировка и обозначение радиоэлементов. Системы цветовой и буквенно-цифровой маркировки отечественных и зарубежных радиоэлектронных элементов. Справочник. — М.: Горячая линия-Телеком, 2001. – 352 с: ил.
4. Физические технологии оптоэлектроники. Лабораторные работы по спецкурсу. Краснодар, 2005. – 134 с.

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Сорокин, В.С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики [Электронный ресурс] : учеб. / В.С. Сорокин, Б.Л. Антипов, Н.П. Лазарева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/67462>

<http://librarv.kubsu.ru>
www.biblioclub.ru
Referats.allbest.ru

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

| № темы | Тема или задание текущей работы | Кол-во часов | Форма представления результатов | Сроки выполнения (недели) |
|--------|---|--------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1. | Классификация материалов, применяемых для изготовления элементов РЭС. | 6 | Устный ответ, текстовый документ | 2 |
| 2. | Полупроводники и их свойства. | 8 | Текстовый документ | 1 |
| 3. | Металлы, применяемые в РЭС, и их свойства | 8 | Устный ответ, текстовый документ | 3 |
| 4. | Диэлектрики и их свойства | 8 | Текстовый файл. | 2 |
| 5. | Магнитные материалы, их свойства и использование в РЭС. | 8 | Устный ответ, текстовый документ | 2 |
| 6. | Резисторы, типы резисторов, их свойства и применение в технике РЭС. | 8 | Устный ответ, текстовый документ | 2 |
| 7. | Основные параметры конденсаторов и их использование в РЭС. | 7 | Текстовый документ | 2 |
| 8. | Катушки индуктивности, трансформаторы и дроссели, их использование в РЭС. | 6 | Текстовый документ | 1 |
| 9. | Полупроводниковые приборы, их свойства и области применения. | 6,8 | Устный ответ, текстовый документ | 1 |
| | Итого | 65,8 | | 16 |

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

| № | Вид работ | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность |
|----|----------------------|--|
| 1. | Лекционные занятия | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО) для воспроизведения файлов формата jpg и avi. Достаточным количеством посадочных мест: № 327С |
| 2. | Практические занятия | Аудитория, оснащенная тремя меловыми или маркерными досками, достаточным количеством посадочных мест со столами: №327С |
| 3. | Лабораторные занятия | Лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения. Проведение занятий лабораторного практикума предусмотрено в «Лаборатория технологий оптоэлектроники и фотоники» №144С, 121С |
| 5. | Групповые | Помещение с достаточным количеством посадочных |

| | | |
|----|----------------------------------|--|
| | (индивидуальные) консультации | мест и меловой или маркерной доской: №327С |
| 6. | Промежуточная аттестация | Помещение с достаточным количеством посадочных мест: №327С |
| 7. | Самостоятельная работа | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный ком- пьютерной техникой с возможностью подключения к се- ти «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно- образовательную среду университета: № 208с |