

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

«УТВЕРЖДАЮ»  
Проректор по ОД

  
А.А.Панфилов  
« 24 » \_\_\_\_\_ 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**"ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ "**

Направление подготовки: 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Профили / программа подготовки: \_\_\_\_\_

Уровень высшего образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед, /час.)	Лекций, (час.)	Практ. занятий, (час.)	Лаборат. работ, (час.)	СРС, (час.)	Форма контроля (экз./зачет)
3	6/216	36	-	36	108	Экз.(36ч.)
<b>Итого</b>	6/216	36	-	36	108	Экз.(36ч.),

Владимир, 2018

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

- Целями освоения дисциплины "Физические основы электроники" являются:
1. Подготовка в области знания основных компонентов, используемых при создании радиоэлектронной аппаратуры.
  2. Формирование практических навыков работы с элементной базой.
  3. Ознакомление с основами применения современной элементной базы и перспективами ее развития.
  4. Подготовка в области радиотехники для разных сфер экспериментально-исследовательской профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина "Физические основы электроники" относится к базовой части дисциплин (Б1.Б.19):

### *Взаимосвязь с другими дисциплинами*

Курс "Физические основы электроники" основывается на знаниях "Высшей математики", "Физики", студент должен обладать знаниями и умениями, относящимися к этим дисциплинам.

Полученные знания могут быть использованы при дипломном проектировании, при изучении дисциплин «Электроника», «Теория электрических цепей», «Схемотехника телекоммуникационных устройств», «Методы и устройства передачи сигналов», «Методы и устройства приема сигналов», «Электропитание устройств и систем телекоммуникаций», при прохождении практик, а также в процессе разработки и проектирования радиоаппаратуры.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате обучения студент должен овладеть следующими компетенциями:

- способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий (ОПК-6).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### 3.1. Знать:

- сущность и значение информации в развитии современного информационного общества, сознавать опасности и угрозы, возникающие при этом процессе, соблюдать основные требования информационной безопасности;

### 3.2. Уметь:

- организовывать монтаж и настройку инфокоммуникационного оборудования и определять дифференциальные параметры электронных приборов по их статическим характеристикам);
- осуществлять поиск и устранение неисправностей;

### 3.2. Владеть:



- навыками сбора и анализа информации для формирования исходных данных для проектирования средств и сетей связи и их элементов и практической работы с лабораторными макетами аналоговых и цифровых устройств;
- навыками реализации экспериментальных исследований, выбора технических средств и обработки результатов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ: "Физические основы электроники"

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр		Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Объем учебной работы с применением интерактивных методов	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации	
		Неделя семестра		Лекции	Консультации	Семинары	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС			КП/КР
1.	Введение. Значение и место курса. Основные понятия и термины. Историческая справка.	3	1	4						2		1/25	
2	Общие физические свойства материалов	3	2							24			
3.	Электрофизические свойства основных материалов, используемых в электронной технике. Классификация материалов. Виды химических связей. Особенности строения твердого тела. Элементы зонной теории строения тела.	3	3,4	4						8			
4	Общие свойства проводников	3	5					4		24			
5.	Классификация проводниковых материалов. Общие свойства проводящих материалов. Материалы высокой проводимости. Высокотемпературостойкие материалы. Сплавы сопротивления. Припой и флюсы. Неметаллические и композиционные проводящие материалы.	3	6, 7	4				8		10		2/16	
6.	Классификация полупроводников. Физические процессы в	3	8,9	4						10		1/25	Рейтинг-

	полупроводниках. Собственная и примесная проводимости. Особенности отдельных полупроводниковых материалов.											Контр оль 1
7	Общие свойства диэлектрических материалов	3	10						24			
8.	Классификация диэлектриков. Физические процессы в диэлектриках. Материалы с малыми и с повышенными диэлектрическими потерями.	3	11	4					10			
9.	Основные виды конструкционных материалов, используемых в радиоэлектронике и их свойства.	3	12, 13	4					8			Рейти нг- контр оль 2
10.	Классификация пассивных радиокомпонентов. Принципы обозначения отечественных и зарубежных радиокомпонентов. Резисторы, их параметры, типы и свойства.	3	14, 15	4			8		8		2/17	
11.	Конденсаторы, их параметры, типы и свойства.	3	16, 17	4			8		8		1/8	
12.	Магнитные материалы, используемые в электронной технике. Индуктивные элементы, их параметры, типы и свойства.	3	18	4			8		8		2/17	Рейти нг- контр оль 3
Всего				36			36		108		9/12	Экзам ен

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 5.1. Активные и интерактивные формы обучения

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: (лабораторные работы, контрольные аудиторские работы, индивидуальные домашние работы). Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 9 час занятий, 12 часов консультационных занятий (вне расписания), при необходимости контрольные работы (на лекционных занятиях).



### **5.2. Самостоятельная работа студентов**

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению и защите лабораторных заданий, а также при выполнении индивидуальной домашней работы. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций.

### **5.3. Мультимедийные технологии обучения**

Все лекционные занятия проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории с использованием компьютерного проектора и представлением от 10 до 20 слайдов по каждой лекции.

Студентам предоставляется компьютерный курс лекций и описания всех лабораторных работ. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

### **5.4 Рейтинговая система обучения**

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: активность на контрольных занятиях; качество выполнения домашних рейтинговых заданий и лабораторных работ.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Вопросы к экзамену.**

1. Классификация материалов электронной техники
2. Виды химической связи
3. Особенности строения твердых тел
4. Зонная теория строения твердого тела
5. Зонные диаграммы для проводников и диэлектриков
6. Общие свойства проводников
7. Материалы высокой проводимости
8. Высоконагревостойкие материалы и благородные металлы
9. Сплавы сопротивления
10. Припой и флюсы
11. Неметаллические проводящие материалы
12. Композиционные проводящие материалы
13. Физические процессы в полупроводниках

14. Доноры и акцепторы
15. Полупроводниковые материалы
16. Методы получения полупроводниковых материалов
17. Полупроводниковые соединения типов  $A^{III}B^V$  и  $A^{II}B^{VI}$
18. Физические процессы в диэлектриках и виды поляризации
19. Параметры диэлектриков
20. Виды электрических потерь
21. Пробой диэлектрика
22. Классификация электрических материалов для радиоэлектронной аппаратуры
23. Газообразные и жидкие диэлектрики
24. Виды твердых диэлектриков (с характеристиками)
25. Классификация резисторов
26. Проволочные резисторы
27. Углеродистые резисторы
28. Металлопленочные и металлоокисные резисторы
29. Композиционные и полупроводниковые резисторы
30. Типы и параметры конденсаторов
31. Бумажные и металлобумажные конденсаторы
32. Пленочные конденсаторы
33. Керамические конденсаторы
34. Стеклые, стеклопленочные, стеклоэмалевые конденсаторы
35. Конденсаторы с газообразным диэлектриком
36. Магнитные материалы
37. Низкокоэрцитивные сплавы
38. Магнитотвердые материалы
39. Катушки индуктивности
40. Трансформаторы

## 6.2. Задания для СРС (Подготовить развернутые сообщения по следующим вопросам)

1. От каких факторов зависят свойства материала?
2. В результате влияния различных факторов на свойства материалов возникает проблема их стабильности. Каков характер изменения свойств материалов?
3. Что такое старение радиоматериалов?
4. как на свойства радиоматериалов влияют загрязнения и примеси? Какая разница между понятием «загрязнение» и «примесь»?
5. какими способами можно менять структуру материала?
6. Существуют ли идеальные кристаллы и чем от них отличаются реальные кристаллы?
7. Как связаны свойства материалов с их кристаллической структурой?
8. Что такое «полиморфизм»?
9. Какова структура пластических масс и как с ней связаны их свойства?
10. Как в развитии радиотехнических материалов проявляется общее направление микроминиатюризации?
11. Какие материалы способны проводить электрический ток, и какие радиотехнические материалы относятся к проводникам?
12. Какие свойства проводников являются главными?
13. Как происходит перенос зарядов в металлических проводах?
14. От каких факторов зависит удельная проводимость металлических проводников?



15. Что такое «сверхпроводимость»?
16. Каковы возможности использования сверхпроводников в радиоэлектронике?
17. Когда в радиотехнике необходим металл с минимальным ТКЛР?
18. Что такое контактолы и керметы?
19. Объяснить основные отличия между проводниками, полупроводниками и диэлектриками с позиций зонной теории проводимости?
20. Объяснить наличие движения электронов при абсолютном нуле температуры с позиций квантовой теории.
21. Сравнительные характеристики групп проводящих материалов.
22. Какие свойства материалов с позиций квантовой теории позволяют отнести их к донорам или акцепторам?
23. Как и в какой форме используется углерод в радиоэлектронике?
24. Какие материалы и почему используются для изготовления резисторов?
25. С каких точек зрения можно охарактеризовать полупроводниковые материалы?
26. Охарактеризовать различия свойств собственных и примесных свободных зарядов в полупроводниках?
27. Описать причины, почему подвижность «дырок» в полупроводниках ниже, чем подвижность электронов.
28. Главные технологические проблемы при изготовлении полупроводников.
29. Какие показатели свойств диэлектрических материалов являются важнейшими?
30. Свойства различных механизмов поляризации в диэлектриках.
31. Причины разницы в свойствах полярных и неполярных диэлектриков.
33. Методы определения относительной диэлектрической проницаемости диэлектриков.
34. В каких диэлектриках значение относительной диэлектрической проницаемости зависит от приложенного напряжения и как используются такие диэлектрики?

### 6.3. Дополнительные задания для СРС.

#### Тема 2.

1. Охарактеризовать основные физические параметры материалов.
2. Привести системные и внесистемные единицы измерения физических параметров материалов.
3. Перечислить группы материалов, исходя из их электрических свойств, и описать их основные свойства.
4. Перечислить примеры проводящих материалов.
5. Перечислить примеры диэлектрических материалов.
6. Перечислить примеры полупроводниковых материалов.
7. Перечислить группы материалов, исходя из их магнитных свойств, и описать их основные свойства.
8. Подробно изложить основные законы, определяющие связь электрических и магнитных явлений.
9. Описать физические опыты, позволяющие установить связь между электрическими и магнитными явлениями.
10. Описать условия, необходимые для возникновения электромагнитного излучения.
11. Описать виды движения электрических зарядов и условия возникновения электрического тока.

#### **Тема 4.**

1. Сравнить особенности прохождения электрического тока через твердые, жидкие и газообразные проводники.
2. Описать примеры проводников первого и второго рода.
3. Объяснить, в чем заключается электронная теория металлов.
4. Указать, чем определяется плотность тока в проводниках.
5. Объяснить связь между электропроводностью и теплопроводностью в проводниках.
6. Описать влияние частоты электрического сигнала на прохождение тока через проводники.
7. Рассказать о свойствах контактов различных металлических проводников.
8. Описать области применения различных проводящих материалов.

#### **Тема 7.**

1. Указать основные параметры диэлектрических материалов и типовые границы их областей значений.
2. Объяснить, в чем заключается поляризация диэлектриков.
3. Объяснить физическую сущность относительной диэлектрической проницаемости материалов.
4. Объяснить физическую сущность электропроводности в диэлектрических материалах.
5. Указать причины электрических потерь в диэлектрических материалах.
6. Описать условия возникновения и физическую сущность пробоя в диэлектриках.
7. Изложить понятия и свойства нагровостойкости, влагостойкости и радиационной стойкости диэлектрических материалов.
8. Описать области применения различных диэлектрических материалов.

### **6.4. Тесты для рейтинг-контроля**

#### Рейтинг-контроль 1

#### **1. Чем обуславливается классификация основных материалов, используемых в радиоэлектронике?**

- Массовостью их использования.
- Ценой материалов.
- Величиной их удельной проводимости.
- Применением в радиодеталях различных типов.

#### **2. Основные радиофизические свойства радиоматериалов, которые главным образом обуславливают те или иные области их применения?**

- Величина диэлектрической проницаемости.
- Величина их проводимости.
- Величина диэлектрических потерь в этих материалах.
- Величина пробивного напряжения материалов.

#### **3. Какая основная научная теория объясняет в настоящее время электрофизические свойства полупроводниковых материалов?**

- Теория химической кинетики.
- Зонная теория.
- Теория относительности.
- Волновая теория электромагнитного излучения.



#### **4. Чем обуславливается дискретный или непрерывный характер энергетических уровней в зонной диаграмме вещества?**

- Фазовым состоянием вещества
- Химическим составом вещества
- Температурой вещества
- Количеством примесей в веществе

#### **5. Что определяет принцип Паули?**

- Способ классификации различных веществ
- Принцип проведения экспериментов по определению проводимости различных веществ
- Максимальное количество электронов на одном энергетическом уровне
- Общее количество электронов в атоме данного вещества

#### **6. Что такое «уровень Ферми»?**

- Максимальный энергетический уровень электронов в данном веществе при температуре абсолютного нуля
- Среднее количество энергии, приходящееся на один электрон в атоме данного вещества
- Уровень энергии, приходящийся на один атом при переходе вещества из твердого состояния в жидкое
- Уровень энергии взаимодействия ядра атома со всеми электронами в атоме

#### **7. Какова с позиций зонной теории строения вещества причина того, что одни вещества являются диэлектриками, а другие – проводниками?**

- Кристаллическое или аморфное строение вещества
- Возможность или невозможность для электронов перейти на более высокий энергетический уровень
- Тем, что у одних веществ энергетические зоны образованы дискретными уровнями, а у других представляют собой практически непрерывные области
- Наличием или отсутствием большого количества примесей других веществ

#### **8. Причина того, что при затвердевании одни вещества приобретают кристаллическое строение, а другие – аморфное?**

- Тем, что одни вещества являются проводниками, а другие – диэлектриками
- Различной теплопроводностью разных веществ
- Тем, что одни вещества подверглись перед затвердеванием активному перемешиванию, а другие – нет
- Тем, что у одних веществ быстро при охлаждении возрастает вязкость и атомы не успевают дойти до упорядоченных позиций, а у других веществ вязкость не препятствует этому

#### **9. Что такое «аллотропные модификации» вещества?**

- Изменение свойств вещества при внесении определенных примесей
- Изменение свойств вещества под различным давлением
- Различные кристаллические структуры одного и того же вещества\*
- Разные разновидности одного и того же вещества, возникающие при полимеризации

#### **10. Анизотропия свойств проявляется у каких веществ?**

- Только у аморфных веществ
- Только у кристаллических веществ
- И у аморфных, и у кристаллических веществ
- Не проявляется ни у аморфных, ни у кристаллических веществ

- Не имеет отношения к тому, является ли структура вещества аморфной, или кристаллической
- У смеси аморфного и кристаллического вещества в строго определенных соотношениях

## Рейтинг-контроль 2

### **1. Чем определяется связь между теплопроводностью и электропроводностью вещества?**

- Такая связь наблюдается случайно только у некоторых веществ
- Начинает проявляться при расплавлении вещества и определяется потребляемой при этом энергией
- Определяется наличием и большой подвижностью свободных электронов в веществе
- Определяется удельным весом вещества

### **2. Для чего используются припой?**

- Для склеивания веществ
- Для соединения только веществ одинакового химического состава
- Для электрического и механического соединения проводниковых материалов
- Для придания соединению материалов дополнительной прочности

### **3. Для чего используются флюсы?**

- Для удаления окислов перед пайкой и улучшения смачиваемости соединяемых поверхностей
- К процессу пайки они не имеют отношения
- Для покрытия поверхностей различных материалов с целью придания им товарного вида
- Для добавления в состав различных проводящих материалов для улучшения их электропроводности
- Для добавления в диэлектрические материалы с целью проявления у них полупроводящих свойств

### **4. Что характеризует диэлектрическая проницаемость материала?**

- Его проводящие свойства
- Его изолирующие свойства
- Его способность накапливать в своем объеме энергию электрического поля
- Его способность противостоять электрическому пробое
- Его проницаемость для высокочастотного электрического излучения

### **5. Для электроизоляции высокочастотных кабелей диэлектрик с каким значением диэлектрической проницаемости следует выбирать?**

- Низким\*
- Высоким
- Величина диэлектрической проницаемости изоляционного материала в этом случае значения не имеет

### **6. В чем заключается явление поляризации диэлектриков?**

- В появлении электрического момента у каждого объема вещества
- Во временном изменении химического состава вещества
- В увеличении числа свободных зарядов в веществе
- В изменении некоторых механических свойств вещества

### **7. Какое расположение энергетических уровней примесей оказывает наибольшее влияние на свойства полупроводника?**



- Во всех энергетических зонах
- В валентной энергетической зоне
- В запрещенной энергетической зоне
- В свободной энергетической зоне
- В валентной и свободной энергетических зонах
- В свободной и запрещенной энергетических зонах

### **8. Какие свойства придают полупроводникам донорные и акцепторные примеси?**

- Прочность.
- Проводимость свободных зарядов обоих знаков.
- Проводимость свободных зарядов одного знака.
- Повышенное сопротивление прохождению электрического тока.

### **9. Какое расположение энергетических уровней придает веществу полупроводника р- или n- свойства?**

- Донорная примесь – вблизи свободной зоны или акцепторная примесь – вблизи валентной зоны
- Донорная примесь – вблизи валентной зоны или акцепторная примесь – вблизи свободной зоны
- Донорная примесь – внутри свободной зоны или акцепторная примесь – внутри валентной зоны
- Донорная примесь – внутри валентной зоны или акцепторная примесь – внутри свободной зоны
- И донорная, и акцепторная примеси внутри валентной зоны
- И донорная, и акцепторная примеси внутри свободной зоны

### **10. Соединение двух полупроводниковых материалов с противоположным типом проводимости служит для:**

- Выравнивания электрического потенциала по всему объему вещества.
- Создания каналов локальной проводимости различного знака.
- Создания границы зон проводимости различного знака.
- Получения материалов с новыми физическими свойствами.

### Рейтинг-контроль 3

#### **1. Акцепторные примеси в полупроводниках служат для:**

- Поставки положительных свободных зарядов.
- Поставки отрицательных свободных зарядов.
- Поглощения положительных свободных зарядов.
- Поглощения отрицательных свободных зарядов.

#### **2. Р-n переход в полупроводниках служит для целей:**

- Изоляции поверхности полупроводников от воздействия внешних условий
- Создания оптических эффектов на поверхности полупроводника
- Получения области вещества с дополнительными электрофизическими эффектами
- Для перехода от вещества полупроводника к веществу- проводнику электрода, соединяющего область полупроводника с внешними цепями

#### **3. Чем дрейфовый ток отличается от диффузионного?**

- Величиной.
- Направлением.
- Местом возникновения.

- Знаком носителей.
- Причиной возникновения.

**4. Какая математическая зависимость используется для аппроксимации графиков токов в р-п переходе?**

- Экспоненциальная.
- Линейная.
- Логарифмическая.
- Синусоидальная.

**5. Р-п переход проявляет дополнительные свойства:**

- Индуктивные.
- Емкостные.
- Резонансные.

**6. Основное свойство резисторов?**

- Способность поглощать активную составляющую полной мощности сигнала
- Способность поглощать реактивную составляющую полной мощности сигнала
- Способность запасать энергию электрического поля
- Способность запасать энергию магнитного поля
- Способность генерировать энергию электрического поля
- Способность генерировать энергию магнитного поля

**7. Основное свойство конденсаторов?**

- Способность поглощать активную составляющую полной мощности сигнала
- Способность поглощать реактивную составляющую полной мощности сигнала
- Способность запасать энергию электрического поля
- Способность запасать энергию магнитного поля
- Способность генерировать энергию электрического поля
- Способность генерировать энергию магнитного поля

**8. Основное свойство индуктивных элементов?**

- Способность поглощать активную составляющую полной мощности сигнала
- Способность поглощать реактивную составляющую полной мощности сигнала
- Способность запасать энергию электрического поля
- Способность запасать энергию магнитного поля
- Способность генерировать энергию электрического поля
- Способность генерировать энергию магнитного поля

**9. Вольт-амперная характеристика резисторов имеет вид:**

- Прямой линии, смещенной по вертикальной оси
- Прямой линии, выходящей из начала координат
- Линии произвольного вида, выходящей из начала координат
- Линии, имеющей нелинейную зависимость и смещенной по вертикальной оси

**10. В качестве магнитных материалов в индуктивных элементах используются:**

- Диамагнетики
- Парамагнетики
- Ферромагнетики
- Антиферромагнетики
- Ферримагнетики



## **11. Магнитопроводы трансформаторов изготавливаются из тонких пластин электротехнической стали по причине:**

- Особенности механических свойств электротехнической стали
- Удобства технологии изготовления магнитопроводов
- Уменьшения излучения трансформатором электромагнитной энергии в окружающее пространство
- Уменьшения габаритов магнитопровода
- Уменьшения потерь, вызванных протеканием токов Фуко

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература.**

1. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с.: -www.znaniium.com-.ISBN 978-5-16-006899-2
2. Материаловедение и технологии электроники: Учебное пособие / В.И. Капустин, А.С. Сигов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 427 с.- www.znaniium.com-.ISBN 978-5-16-008966
3. Мешковский И.К., Новиков А.Ф. Химия радиоматериалов – СПб. –НИУ ИТМО, 2014. \_ 208с – e.lanbook.com.

### **Дополнительная литература.**

1. Радиоматериалы и радиокомпоненты. Учебно-методическое пособие/ Солдатова Л.Ю. – Томск, ТУСУР, 2012.- 129с.-e.lanbook.com.
2. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 488с.- www.studentlibrary.ru
3. Материалы приборостроения/Э.Р.Галимов и др.- М.: Колосс, 2010. – 284с. - <http://www.studentlibrary.ru/book/> ISBN9785953207430

### **Отечественные журналы:**

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

### **Реферативные журналы:**

- Радиотехника;
- Электроника.

### **Зарубежные журналы:**

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement.

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 10 до 20 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (305-3);





Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_