



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Энергетики и автоматизированных систем
С.И. Лукьянов
«26» сентября 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физические основы электроники

Направление подготовки

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль/ специализация) программы

«Электроника информационных и промышленных систем»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт энергетики и автоматизированных систем

Кафедра электроники и микроэлектроники

Курс - 3


Семестр –5,6

Магнитогорск


2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 218.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроники и микроэлектроники" 06 сентября 2018 г., (протокол № 1).


Зав. кафедрой _____  С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Энергетики и автоматизированных систем 26 сентября_2018 г. (протокол №_1).

Председатель _____  С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:


старший преподаватель кафедры ЭиМЭ

 / Д.М. Мазитов /



Рецензент:

Начальник отдела инновационных

разработок ЗАО «КОНСОМ ГРУПП», канд. техн. наук

 / А.Н. Панов /

Лист регистрации изменений и дополнения

| № п/п | Раздел программы | Краткое содержание изменения/дополнения | Дата. № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой |
|-------|------------------|--|-------------------------------------|---|
| 1. | 8 | Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины | 05.09.2019 г. протокол №1 |  |
| 2. | 8 | Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины | 31.08.2020 г. протокол №1 |  |

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является изучение физических закономерностей процессов, происходящих при движении носителей заряда в вакууме, газах, твердых телах, на границах раздела сред и принципов построения и работы электронных приборов различного назначения, что позволит разрабатывать на их основе электронные устройства, предназначенные для контроля и управления в промышленности.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина «Физические основы электроники» (ФОЭ) входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин естественнонаучного цикла блока 1 образовательной программы, в том числе математики, физики, химии, информатики.

Знания (умения, владения), полученные в результате изучения данной дисциплины будут необходимы при изучении дисциплин блока 1 образовательной программы: «Элементы цифровой техники»; «Расчёт электронных схем»; «Микроэлектроника»; «Схемотехника»; «Основы технологии электронной компонентной базы»; «Основы преобразовательной техники»; «Энергетическая электроника».

Для успешного усвоения дисциплины студент должен

знать:

- основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений и элементов теории уравнений математической физики, теории вероятностей и математической статистики, математических методов решения профессиональных задач;
- технические и программные средства реализации информационных технологий, основы работы в локальных и глобальных сетях, типовые численные методы решения математических задач и алгоритмы их реализации, один из языков программирования высокого уровня;
- законы Ньютона и законы сохранения, принципы специальной теории относительности Эйнштейна, элементы общей теории относительности, элементы механики жидкостей, законы термодинамики, статистические распределения, законы электростатики, природу магнитного поля и поведение веществ в магнитном поле, законы электромагнитной индукции, волновые процессы, геометрическую и волновую оптику, основы квантовой механики, строение многоэлектронных атомов, квантовую статистику электронов в металлах и полупроводниках, строение ядра, классификацию элементарных частиц;
- электронное строение атомов и молекул, основы теории химической связи в соединениях разных типов, строение вещества в конденсированном состоянии, основные закономерности протекания химических процессов и характеристики равновесного состояния, химические свойства элементов различных групп периодической системы, используемых при производстве электронных компонентов, и их важнейших соединений;

уметь:

- проводить анализ функций, решать основные задачи теории вероятности и математической статистики, решать уравнения и системы дифференциальных уравнений применительно к реальным процессам, применять математические методы при решении типовых профессиональных задач;

- работать в качестве пользователя персонального компьютера, использовать внешние носители информации для обмена данными между машинами, создавать резервные копии и архивы данных и программ, использовать численные методы для решения математических задач, использовать языки и системы программирования для решения профессиональных задач, работать с программными средствами общего назначения;

- решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности;

- использовать основные химические законы, справочные данные, термодинамические и количественные соотношения неорганической химии для решения профессиональных задач;

владеть:

- методами построения математической модели типовых профессиональных задач и содержательной интерпретации полученных результатов;

- методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях, техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами;

- методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента

- теоретическими методами описания свойств простых и сложных веществ на основе электронного строения их атомов и положения в периодической системе химических элементов.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Физические основы электроники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---------------------------------|
| ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей | |

| | |
|---|--|
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и определения приборов полупроводниковой, вакуумной и газовой электроники; – основные физические процессы и принципы функционирования изучаемых приборов; – параметры и характеристики приборов и режимов их работы; – основные модели и схемы замещения исследуемых нелинейных элементов; – методики определения параметров приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам. |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – собирать схемы для снятия вольтамперных характеристик – определять основные параметры приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – анализировать и обобщать результаты экспериментальных исследований; – применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне. |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками использования измерительных приборов; – навыками обработки экспериментальных данных; – навыками пусконаладочных работ по обнаружению и устранению неисправностей в электрических схемах; – терминами, определениями и профессиональным языком специальности. |
| <p>ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p> | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и определения приборов полупроводниковой, вакуумной и газовой электроники; – основные физические процессы и принципы функционирования изучаемых приборов; – параметры и характеристики приборов и режимов их работы; – основные модели и схемы замещения исследуемых нелинейных элементов; – методики определения параметров приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – простейшие физические и математические модели электронных приборов и их функциональное назначение |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – определять основные параметры приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – анализировать и обобщать результаты экспериментальных исследований сопоставляя их со справочными данными; – применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне. |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств на их основе; – терминами, определениями и профессиональным языком специальности. |

| | |
|--|--|
| ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения | |
| Знать | – эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов. |
| Уметь | – собирать схемы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов; – определять основные параметры приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – анализировать и обобщать результаты экспериментальных исследований сопоставляя их со справочными данными; – применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне. |
| Владеть | – практическими навыками выбора эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов; – навыками обработки экспериментальных данных; – навыками пусконаладочных работ по обнаружению и устранению неисправностей в электрических схемах; – терминами, определениями и профессиональным языком специальности. |

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц 360 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 144 акад. часов:
 - аудиторная – 136 акад. часов;
 - внеаудиторная – 8 акад. часов
- самостоятельная работа – 144,6 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. часа.

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 1. Вакуумная и газоразрядная электроника | 5 | | | | | | | |
| 1.1. Эмиссионная электроника | 5 | 2 | | | 2 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ | ПК-1-з |
| 1.2. Формирование и транспортировка ПЗЧ | 5 | 2 | | | 4 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 1.3. Взаимодействие ПЗЧ с веществом | 5 | 2 | | | 4 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контр. работа | ПК-1-зу |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 1.4. Вакуумные микроволновые приборы | 5 | 2 | | | 4 | Изучение учебной и научной литературы | Аудиторная контрольная работа | |
| 1.5. Методы генерации плазмы; типы и основные характеристики газовых разрядов. | 5 | 2 | | | 4 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 1.6. Применение ПЗЧ, плазмы и газовых разрядов в электронике. Перспективы развития ВиГЭ. | 5 | 2 | | | 4 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-2-ув |
| Итого по разделу | | 12 | | | 22 | | | |
| 2. Твёрдотельная электроника. | | | | | | | | |
| 2.1. Статистика носителей в полупроводниках. Вырожденные и невырожденные полупроводники. | 5 | 2 | | | 8 | Изучение учебной и научной литературы | Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 2.2. Контактные явления в полупроводниках. Контакт металл-полупроводник. P-n гомо- и гетеропереходы. | 5 | 4 | 2 | | 8 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 2.3. Полупроводниковые диоды. | 5 | 2 | 8/4И | | 8 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ | ПК-1-ув |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 2.4. Полевые и биполярные транзисторы. | 5 | 4 | 8/4И | | 8 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ Аудиторная контрольная работа | ПК-1-ув |
| 2.5. Тиристоры. | 5 | 2 | 8/4И | | 8 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-2-ув |
| 2.6. Электронные устройства на основе полупроводниковых приборов: схемы выпрямления, генерации колебаний, усилительные каскады | 5 | 6 | 8/2И | | 8 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-2-ув |
| 2.7. Перспективы развития твердотельной электроники. | 5 | 2 | | | 2,3 | Изучение учебной и научной литературы | | ПК-1-з |
| Итого по разделу | | 22 | 34/14И | | 50,3 | | | |
| Итого за семестр | | 34 | 34/14И | | 72,3 | | Промежуточная аттестация экзамен | |
| 3. Оптическая и квантовая электроника. | | | | | | Изучение учебной и научной литературы | | |
| 3.1. Особенности оптической и квантовой электроники. Способы описания электромагнитного излучения (ЭМИ) оптического диапазона. | 6 | 4 | | 4/2И | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Аудиторная контрольная работа | ПК-1-ув |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 3.2.Взаимодействие ЭМИ с веществом. Фотоприёмники на основе внутреннего фотоэффекта. | 6 | 4 | | 6/2И | 9,3 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-2-ув |
| 3.3. Инверсия населенностей. Спонтанное и вынужденное излучение. Коэффициенты Эйнштейна. | 6 | 4 | | 4/2И | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 3.4.Принцип работы мазеров и лазеров. | 6 | 4 | | 4/2И | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 3.5.Оптические резонаторы. Лазеры твёрдотельные, жидкостные, газовые. | 6 | 4 | | 4/2И | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 3.6.Полупроводниковые инжекционные излучатели – светодиоды и лазеры на гомо- и гетеропереходах. | 6 | 6 | | 4/2И | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ. Аудиторная контрольная работа | ПК-2-ув |
| 3.7.Методы модуляции оптического излучения. Оптические методы передачи и обработки информации. | 6 | 4 | | 4 | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Аудиторная контрольная работа | ПК-1-з |
| 3.8. Оптоэлектронные приборы. Перспективы развития оптической и квантовой электроники. | 6 | 4 | | 4/2И | 9 | Изучение учебной и научной литературы | Выполнение и защита лабораторных работ.Аудиторная контрольная работа | ПК-2-ув |
| Итого по разделу | | 34 | | 34/14И | 72,3 | | | |
| Итого за семестр | | 34 | | 34/14И | 72,3 | | Промежуточная аттестация экзамен | |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|----------------------------|---------|--|------------------|------------------|--|----------------------------|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| Итого по дисциплине | | 68 | 34/14И | 34/14И | 144,6 | | | |

И – в том числе, часы, отведенные на работу в интерактивной форме.

5 Образовательные и информационные технологии

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается – встреча с представителями предприятий НПО «Автоматика» и «Аэронавигация». Предполагаемые темы встреч связаны со всеми разделами изучаемой дисциплины, и посвящены вопросам использования приборов твердотельной, вакуумной, плазменной и оптической электроники на предприятиях ОАО ММК и Магнитогорского аэропорта.

Перед изучением дисциплины проводится предварительный контроль, который направлен на выявление наличного уровня подготовки студентов, достигнутого в результате изучения предшествующих дисциплин естественнонаучного цикла в соответствии с перечнем раздела 2 РПД. Предварительный контроль имеет большое значение: для определения познавательных возможностей студентов и осуществления индивидуализации и дифференциации обучения; диагностики исходного состояния обученности студента с целью отслеживания его дальнейшего продвижения в обучении (динамики обученности);

В процессе преподавания дисциплины «ФОЭ» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии. Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается студентам для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия.

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме. При проведении лабораторных занятий используется метод контекстного обучения, который позволяет усвоить материал путем выявления связей между конкретным знанием и его применением. В процессе обучения используются демонстрационные плакаты, а также натурные конструкции изучаемых приборов и устройств.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Перечень тем рефератов и семинарских занятий:

1. Физические основы и элементная база оптоэлектроники.
2. Светоизлучающие полупроводниковые приборы.
3. Полупроводниковые приемники излучения.
4. Световоды.
5. Криоэлектроника.
6. Акустоэлектроника.
7. Магнитоэлектроника.
8. Диэлектрическая электроника.
9. Приборы на эффекте Ганна.
10. Приборы с зарядовой связью.
11. Аморфные полупроводники и приборы на их основе.

12. Органические полупроводники и возможности их применения в электронной технике.
13. Приборы на основе арсенида галлия.
14. Биоэлектроника.
15. Хемотроника.
16. Фотоумножители на микроканальных пластинах.
17. Электронно-оптические преобразователи.
18. Применение волоконно-оптических и микроканальных пластин для усиления яркости изображения.
19. Лазеры на парах металлов.
20. Эксимерные лазеры.
21. Полупроводниковые лазеры.
22. Гетеропереходы и их применение в приборах.
23. Новые приборы на основе арсенида галлия.
24. Твердотельные приборы на основе соединений элементов второй и шестой групп.
25. Твердотельные приборы на основе соединений элементов четвертой группы.
26. Жидкокристаллические системы отображения информации.
27. Физика электролюминесцентных панелей.
28. Системы отображения информации на основе полупроводниковых приборов.
29. Газоразрядные индикаторные панели в системах отображения информации.
30. Новые электронно-лучевые приборы.
31. Электронные микроскопы. Принцип действия конструкции.
32. Клистроны и магнетроны как компоненты радиолокационных устройств.
33. Применение магнетронов в бытовой аппаратуре.
34. Применение мощных вакуумных ламп в промышленности и радиовещании.
35. Лампы бегущей волны как усилители и генераторы излучения сантиметрового диапазона.
36. Приборы вакуумной и газоразрядной электроники: прогнозы на будущее.
37. Материалы, используемые в качестве эмиттеров и их физические параметры.
38. Сравнительная характеристика полевых и биполярных транзисторов.
39. Применение тиристоров в промышленности.

40. Сравнительная характеристика вакуумных и полупроводниковых фотоприёмников.

41. Области применения лазеров и мазеров.

42. Лазерные устройства отображения информации.

43. Лазерные устройства передачи информации.

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме экзамена.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|--|
| ОПК-3 способностью решать задачи анализа и расчета характеристик электрических цепей | | |
| Знать: | <ul style="list-style-type: none">– основные понятия и определения приборов полупроводниковой, вакуумной и газовой электроники;– основные физические процессы и принципы функционирования изучаемых приборов;– параметры и характеристики приборов и режимов их работы;– основные модели и схемы замещения исследуемых нелинейных элементов;– методики определения параметров приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам | <p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Нарисуйте качественно вид ВАХ кремниевого выпрямительного диода. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.2. Нарисуйте качественно вид ВАХ германиевого выпрямительного диода. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.3. Нарисуйте качественно вид ВАХ стабилитрона с лавинным пробоем. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.4. Нарисуйте качественно вид ВАХ стабилитрона с туннельным пробоем. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.5. Нарисуйте качественно вид ВАХ тиристора. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>6. Нарисуйте качественно вид ВАХ диодистора. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>7. Нарисуйте качественно вид ВАХ симистора. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графика. Покажите на ВАХ участки известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>8. Нарисуйте качественно вид семейств ВАХ биполярного транзистора в схеме включения с общей базой. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графиков. Покажите на ВАХ области известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>9. Нарисуйте качественно вид семейств ВАХ биполярного транзистора в схеме включения с общим эмиттером. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графиков. Покажите на ВАХ области известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>10. Нарисуйте качественно вид семейств ВАХ полевого транзистора с управляющим р-п-затвором в схеме включения с общим истоком. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графиков. Покажите на ВАХ области известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>11. Нарисуйте качественно вид семейств ВАХ полевого МДП транзистора со встроенным каналом в схеме включения с общим истоком. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и на-</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | | <p>пряжений на осях графиков. Покажите на ВАХ области известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> <p>12. Нарисуйте качественно вид семейств ВАХ полевого МДП транзистора с индуцированным каналом в схеме включения с общим истоком. Считая прибор маломощным, укажите приблизительные значения токов и напряжений на осях графиков. Покажите на ВАХ области известных режимов работы и основные справочные параметры.</p> |
| <p>Уметь:</p> | <ul style="list-style-type: none"> – собирать схемы для снятия вольтамперных характеристик – определять основные параметры приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – анализировать и обобщать результаты экспериментальных исследований; – применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне | <p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите условное графическое обозначение выпрямительного диода в соответствии с ГОСТ, подпишите наименование выводов, укажите полярность включения и действительные направления токов и напряжений в открытом состоянии. 2. Приведите условное графическое обозначение стабилитрона в соответствии с ГОСТ, подпишите наименование выводов, укажите полярность включения и действительные направления токов и напряжений в режиме стабилизации. 3. Приведите условное графическое обозначение стабилитрона в соответствии с ГОСТ, подпишите наименование выводов и укажите полярность включения в режиме стабилизации. 4. Приведите условное графическое обозначение тиристора с управлением по катоду в соответствии с ГОСТ, подпишите наименование выводов, укажите полярность включения и действительные направления токов и напряжений в открытом состоянии. 5. Приведите условное графическое обозначение тиристора с управлением по аноду в соответствии с ГОСТ, подпишите наименование выводов, укажите полярность включения и действительные направления токов и напряжений в открытом состоянии. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|---|
| | | <p>6. Приведите способ включения биполярного транзистора р n р типа в схему усилителя с общей базой, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>7. Приведите способ включения биполярного транзистора n р n типа в схему усилителя с общей базой, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>8. Приведите способ включения полевого транзистора с управляющим р n затвором и каналом n типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>9. Приведите способ включения полевого транзистора с управляющим р n затвором и каналом р типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>10. Приведите способ включения полевого МДП транзистора со встроенным каналом n типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в режиме обеднения. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>11. Приведите способ включения полевого МДП транзистора со встроенным каналом р типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в режиме обеднения. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | | <p>12. Приведите способ включения полевого МДП транзистора со встроенным каналом n типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в режиме обогащения. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>13. Приведите способ включения полевого МДП транзистора со встроенным каналом p типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в режиме обогащения. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>14. Приведите способ включения полевого МДП транзистора с индуцированным каналом n типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> <p>15. Приведите способ включения полевого МДП транзистора с индуцированным каналом p типа в схему усилителя с общим истоком, укажите полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Условное графическое обозначение транзистора должно соответствовать ГОСТ.</p> |
| Владеть: | <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками использования измерительных приборов; – навыками обработки экспериментальных данных; – навыками пусконаладочных работ по обнаружению и устранению неисправностей в электрических схемах; – терминами, определениями и профес- | <p>Выполнение, расчёт, оформление и защита лабораторных работ на темы:</p> <p>Исследование характеристик полупроводниковых диодов;</p> <p>Исследование стабилитрона и стабилитора;</p> <p>Исследование биполярного транзистора в схеме с общей базой;</p> <p>Исследование биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером;</p> <p>Исследование полевого транзистора с управляющим p-n-затвором в схеме с общим истоком;</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|--|
| | сиональным языком специальности | <p>Исследование тиристора; Исследование электровакуумного триода; Исследование динатронного эффекта в электровакуумном тетраде; Исследование электровакуумного пентода</p> |
| <p>ПК-1 способностью строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования</p> | | |
| <p>Знать:</p> | <ul style="list-style-type: none"> – основные понятия и определения приборов полупроводниковой, вакуумной и газовой электроники; – основные физические процессы и принципы функционирования изучаемых приборов; – параметры и характеристики приборов и режимов их работы; – основные модели и схемы замещения исследуемых нелинейных элементов; – методики определения параметров приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – простейшие физические и математические модели электронных приборов и их функциональное назначение | <p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зонная теория, вид энергетической диаграммы изолированного атома и группы атомов. Раскрыть связь зоной теории со спектроскопией материалов: атомные линейчатые, молекулярные полосовые, непрерывные (сплошные) спектры излучения и поглощения. 2. Электропроводность твердых тел и ее связь с энергетическими диаграммами для металлов, полупроводников и диэлектриков. Перечислить основные материалы, имеющие широкое применение в электронике. 3. Собственные полупроводники. Показать процесс генерации носителей заряда на энергетической диаграмме, раскрыть факторы, оказывающие на нее влияние. Рекомбинация и термодинамическое равновесие. Виды носителей заряда в собственных полупроводниках и их концентрации. Анализ механизма передвижения свободного положительного заряда в полупроводнике на плоскостной модели кристаллической решетки. 4. Примесные полупроводники n типа. Анализ формирования преимущественной дырочной электропроводности с применением плоскостной модели кристаллической решетки и энергетической диаграммы полупроводника. Обозначения концентраций: примесей, основных и неосновных носителей, собственных носителей. Соотношения этих концен- |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>траций.</p> <p>5. Примесные полупроводники р типа. Анализ формирования преимущественной дырочной электропроводности с применением плоскостной модели кристаллической решетки и энергетической диаграммы полупроводника. Обозначения концентраций: примесей, основных и неосновных носителей, собственных носителей. Соотношения этих концентраций.</p> <p>6. Классификация носителей заряда в полупроводниках: подвижные - неподвижные, положительные - отрицательные, основные - неосновные - собственные. Обозначение концентрации каждого вида носителей.</p> <p>7. Генерация, рекомбинация и термодинамическое равновесие. Раскрыть связь концентрации носителей заряда с рабочим диапазоном температур полупроводниковых материалов.</p> <p>8. Дрейфовое и диффузионное движение носителей заряда в полупроводниках.</p> <p>9. Процесс образования объемного заряда р n перехода при отсутствии внешнего электрического поля.</p> <p>10. Анализ равновесного состояния р n перехода: распределение равновесных концентраций носителей заряда в структуре перехода, потенциальная диаграмма, потенциальный барьер, ширина обедненной зоны, сравнительная электропроводность области объемного заряда и нейтральных областей.</p> <p>11. Анализ состояния р n перехода при прямом смещении: влияние напряжения внешнего источника на величину потенциального барьера и ширину области объемных зарядов, величина прямого тока и состояние перехода.</p> <p>12. Анализ состояния р n перехода при обратном смещении: влияние напряжения внешнего источника на величину потенциального барьера и</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | | <p>ширину области объемных зарядов, величина обратного тока и состояние перехода.</p> <p>13. Идеализированная ВАХ диода, тепловой ток и тепловой потенциал. Реальная ВАХ диода, характерные участки режимов и состояний диода.</p> <p>14. Емкостные свойства р n перехода. Барьерная и диффузионная емкость, вольт-фарадные характеристики. Варикапы.</p> <p>15. Виды пробоя р n перехода, обратимость, механизмы, участки ВАХ стабилитронов для каждого типа пробоя, ТКН и свойство саморазогрева.</p> <p>16. Диод Шоттки и контакт металл-полупроводник. Выпрямляющие и невыпрямляющие контакты.</p> |
| Уметь: | <ul style="list-style-type: none"> – определять основные параметры приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам; – анализировать и обобщать результаты экспериментальных исследований, сопоставляя их со справочными данными; – применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне | <p>Вопросы для подготовки к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Биполярные транзисторы: определение, свойства, условные графические обозначения. Структура и принцип действия транзистора включенного по схеме с общей базой, потоки носителей заряда, действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Количественная оценка свойств управления и конструктивные особенности изготовления биполярных транзисторов. 2. Способ включения биполярного транзистора по схеме с общей базой, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Семейство ВАХ биполярного транзистора в схеме включения с ОБ, принцип управления и коэффициент передачи, режимы работы транзистора и их области на ВАХ. 3. Способ включения биполярного транзистора по схеме с общим эмиттером, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Семейство ВАХ биполярного транзистора в схеме включения с ОЭ, принцип управления и коэффициент передачи, режи- |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>мы работы транзистора и их области на ВАХ.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Простейшие схемы усилительных каскадов с ОЭ, ОБ и ОК. Возможные коэффициенты усиления в этих схемах. 5. Полевые транзисторы. Раскрыть их двойное название. Способы изоляции затвора, виды полевых транзисторов и их условные графические обозначения. Сравнительная характеристика полевых и биполярных транзисторов. 6. Полевые транзисторы с управляющим р-п-затвором. Условные графические обозначения, внутренняя структура и принцип действия. Способ включения полевого транзистора по схеме с общим истоком, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Семейство ВАХ в схеме с ОИ, принцип управления и коэффициент передачи, режимы работы полевого транзистора и их области на ВАХ. 7. МДП транзисторы со встроенным каналом. Условные графические обозначения, внутренняя структура и принцип действия. Способ включения МДП транзистора по схеме с общим истоком, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Семейство ВАХ в схеме включения с ОИ, принцип управления и коэффициент передачи, режимы работы МДП транзистора и их области на ВАХ. 8. МДП транзисторы с индуцированным каналом. Условные графические обозначения, внутренняя структура и принцип действия. Способ включения МДП-транзистора по схеме с общим истоком, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. Семейство ВАХ в схеме включения с ОИ, принцип управления и коэффициент передачи, режимы работы МДП транзистора и их области на ВАХ. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--|
| | | <p>9. Тиристор: определение, свойства, условные графические обозначения, полярности и действительные направления токов и напряжений в различных режимах. Внутренняя структура тиристора, двухтранзисторная модель и принцип действия. Семейство ВАХ, режимы работы и их участки на ВАХ.</p> <p>10. Специальные виды тиристоров, их условные графические обозначения, свойства, параметры и ВАХ. Сравнительная характеристика электронных ключевых приборов.</p> <p>11. Определение электровакуумных приборов, их виды и применение.</p> <p>12. Свойства газа и понятие вакуума. Низкий, средний и высокий вакуум. Теплоизоляционные свойства вакуума.</p> <p>13. Электронная эмиссия и работа выхода электрона. Виды электронной эмиссии в электровакуумных приборах.</p> <p>14. Элементы конструкции электронных ламп, их функциональное назначение и особенности изготовления: катоды, сетки, корпуса, электроды, геттеры.</p> <p>15. Электровакуумные диоды. Их виды и УГО, полярности и действительные направления токов и напряжений в открытом состоянии. ВАХ электровакуумного диода, режимы его работы и их участки на ВАХ. Закон степени трех вторых и уравнение Ричардсона-Дэшмана. Влияние тока накала катода на форму ВАХ и срок службы вакуумного диода.</p> <p>16. Принцип действия электровакуумного диода и кривые распределения потенциалов в пространстве анод-катод при различных напряжениях на аноде.</p> <p>17. Электровакуумные триоды, их отличие от диодов по конструкции и принципу действия. УГО и способ включения триода по схеме с общим катодом (ОК), полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. ВАХ триодов с сетками средней и высо-</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|--|
| | | <p>кой проницаемости и закон степени трех вторых. Параметры электровакуумных триодов.</p> <p>18. Электровакуумные тетроды, их отличие от триодов по конструкции, принципу действия и параметрам. УГО и способ включения тетрода по схеме с ОК, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. ВАХ тетродов и динаatronный эффект.</p> <p>19. Электровакуумные пентоды, их отличие от тетродов по конструкции, принципу действия и параметрам. УГО и способ включения пентода по схеме с ОК, полярности и действительные направления токов и напряжений в активном режиме. ВАХ пентодов.</p> <p>20. Устройство и принцип действия электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) с электростатической фокусировкой и отклонением луча. УГО ЭЛТ и принцип действия осциллографа.</p> |
| Владеть: | <ul style="list-style-type: none"> – информацией об областях применения и перспективах развития приборов и устройств на их основе; – терминами, определениями и профессиональным языком специальности | <p>Выполнение, расчёт, оформление и защита лабораторных работ на темы:</p> <p>Исследование характеристик полупроводниковых диодов;</p> <p>Исследование стабилитрона и стабилитора;</p> <p>Исследование биполярного транзистора в схеме с общей базой;</p> <p>Исследование биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером;</p> <p>Исследование полевого транзистора с управляющим р-n-затвором в схеме с общим истоком;</p> <p>Исследование тиристора;</p> <p>Исследование электровакуумного триода;</p> <p>Исследование динаatronного эффекта в электровакуумном тетроде;</p> <p>Исследование электровакуумного пентода</p> |
| <p>ПК-2 способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения</p> | | |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|--|
| Знать: | – эффективные методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов | <p>Выполнение, расчёт, оформление и защита лабораторных работ на темы:</p> <p>Исследование характеристик полупроводниковых диодов; Исследование стабилитрона и стабилистра; Исследование биполярного транзистора в схеме с общей базой; Исследование биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером; Исследование полевого транзистора с управляющим р-п-затвором в схеме с общим истоком; Исследование тиристора; Исследование электровакуумного триода; Исследование динаatronного эффекта в электровакуумном тетраде; Исследование электровакуумного пентода</p> |
| Уметь: | <p>– собирать схемы экспериментального исследования параметров и характеристик приборов;</p> <p>– определять основные параметры приборов по экспериментальным данным и вольтамперным характеристикам;</p> <p>– анализировать и обобщать результаты экспериментальных исследований, сопоставляя их со справочными данными;</p> <p>– применять полученные знания в профессиональной деятельности; использовать их на междисциплинарном уровне</p> | <p>Выполнение, расчёт, оформление и защита лабораторных работ на темы:</p> <p>Исследование характеристик полупроводниковых диодов; Исследование стабилитрона и стабилистра; Исследование биполярного транзистора в схеме с общей базой; Исследование биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером; Исследование полевого транзистора с управляющим р-п-затвором в схеме с общим истоком; Исследование тиристора; Исследование электровакуумного триода; Исследование динаatronного эффекта в электровакуумном тетраде; Исследование электровакуумного пентода</p> |
| Владеть: | – практическими навыками выбора эффективной методики экспериментального исследования параметров и характе- | <p>Выполнение, расчёт, оформление и защита лабораторных работ на темы:</p> <p>Исследование характеристик полупроводниковых диодов;</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | ристик приборов; – навыками обработки экспериментальных данных; – навыками пусконаладочных работ по обнаружению и устранению неисправностей в электрических схемах; – терминами, определениями и профессиональным языком специальности | Исследование стабилитрона и стабистора; Исследование биполярного транзистора в схеме с общей базой; Исследование биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером; Исследование полевого транзистора с управляющим р-п-затвором в схеме с общим истоком; Исследование тиристора; Исследование электровакуумного триода; Исследование диатронного эффекта в электровакуумном тетраде; Исследование электровакуумного пентода |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме.

Методические указания для подготовки к экзамену: для подготовки к экзамену студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, выполнить и защитить все практические работы.

Критерии оценки освоения дисциплины (экзамен):

– на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых

задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Смирнов, Ю. А. Физические основы электроники : учебное пособие / Ю. А. Смирнов, С. В. Соколов, Е. В. Титов. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 560 с. — ISBN 978-5-8114-1369-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/5856> (дата обращения: 26.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Попов, А. Н. Вакуумная техника: Учебное пособие / А.Н. Попов. - Москва : НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2012. - 167 с.: ил.; . - (Высшее образование: Бакалавриат). ISBN 978-5-16-006031-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/317368> (дата обращения: 05.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 596 с. — ISBN 978-5-8114-5149-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133479> (дата обращения: 21.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Киселев, Г. Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г. Л. Киселев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-4986-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/130188> (дата обращения: 21.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Шалимова, К. В. Физика полупроводников : учебник / К. В. Шалимова. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-0922-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/648> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Пасынков, В. В. Полупроводниковые приборы : учебное пособие / В. В. Пасынков, Л. К. Чиркин. — 9-е изд. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0368-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/300> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0923-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/262> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Проводники, полупроводники, диэлектрики : учебник / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-2003-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/67462> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для ав-

5. Владимиров, Г. Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом : учебное пособие / Г. Г. Владимиров. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1515-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/38838> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Фурсей, Г. Н. Автоэлектронная эмиссия : учебное пособие / Г. Н. Фурсей. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-1232-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3805> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Курочка, С. П. Вакуумная и плазменная электроника : учебное пособие / С. П. Курочка, Г. Д. Кузнецов, А. С. Курочка. — Москва : МИСИС, 2009. — 162 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116672> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Сушков, А. Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы : учебное пособие / А. Д. Сушков. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 464 с. — ISBN 5-8114-0530-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/639> (дата обращения: 12.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 10-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-0523-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112073> (дата обращения: 27.03.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Мазитов Д.М. Твердотельная электроника. Лабораторный практикум: учеб. пособие.- Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. 58 с.

2. Леванов В.В. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Квантовая и оптическая электроника» для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 210106. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.Носова», 2010. 20 с.

3. Леванов В.В. Исследование диодного и транзисторного оптронов. Методические указания к лабораторной работе по разделу «Квантовая и оптическая электроника» для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 210106. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.Носова», 2004. 12 с.

4. Леванов В.В. Методические указания к лабораторным работам по разделу «Вакуумная и газоразрядная электроника» для студентов дневной и заочной формы обучения специальности 210106. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И.Носова», 2011. 28 с.

5. Леванов В.В. Одноканальные аналоговые и цифровые осциллографы как средство измерений параметров электрических сигналов. Учеб. пособие. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2005. 55с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.gpntb.ru> , свободный.– Загл. с экрана. Яз. рус.

2. Российская национальная библиотека. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.nlr.ru> . Яз. рус.

3. Электронная библиотека <http://e.lanbook.com/>

4. Журнал радиоэлектроники - электронный журнал [Электронный ресурс], ISSN 1684-1719 Режим доступа: <http://jre.cplire.ru/jre/radioeng.html>

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---|-----------------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-757-17 от 27.06.2017 | 27.07.2018 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяе- | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяе- | бессрочно |
| MathCAD v.15 Education University Edition | Д-1662-13 от 22.11.2013 | бессрочно |
| MS Windows 10 Professional (для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2003 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| MS Windows XP Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| Браузер Mozilla Firefox | свободно распространяе- мое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс | https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | https://scholar.google.ru/ |
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт про- | http://www1.fips.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: Де-

монстрационные плакаты и натурные образцы изучаемых приборов.

Учебные аудитории для проведения практических занятий. Оснащение: Демонстрационные плакаты и натурные образцы изучаемых электронных приборов.

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий . Оснащение: 10 универсальных лабораторных стендов 87Л-01, мультиметры, осциллографы.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: Шкафы для хранения натуральных образцов изучаемых электронных приборов, учебного оборудования и учебных пособий.