



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Физический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»**

**Кафедра «Инженерная физика»**

Образовательная программа  
**11.03.04- Электроника и нанoeлектроника**

Профили подготовки:  
**Микроэлектроника и твердотельная электроника**

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

Форма обучения:  
**Очная**

Статус дисциплины:  
**Вариативная**

**Махачкала 2020**

Рабочая программа дисциплины «Основы промышленной электроники» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04- Электроника и нанoeлектроника, профиль подготовки: Микроэлектроника и твердотельная электроника (уровень: бакалавриат)– Приказ Минобрнауки России от 12.03.2015 №218.

Разработчик: кафедра «Инженерная физика», Курбанов М.К.,  
к.ф.-м.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерной физики от 17. 02. 2020 г., протокол  
№ 6

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от 28. 02. 2020 г., протокол №6.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим  
управлением 28. 02. 2020 г. 

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Основы промышленной электроники» входит в базовую, часть образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника. Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой «Инженерная физика».

Содержание дисциплины направлено на изучение основ промышленной электроники, ее элементной базы, физических принципов и явлений, заложенных в основу современной элементной базы промышленной электроники, на приобретение практических знаний по устройству и навыков по эксплуатации и ремонту промышленной электронной аппаратуры и приборов.

Дисциплина обеспечивает глубокую подготовку специалиста, необходимую для успешной профессиональной деятельности и способствует развитию организаторских и управленческих навыков в области промышленной электроники и микроэлектроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих **профессиональных компетенций** выпускника:

**Проектно-конструкторская деятельность:** -готовностью выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК-5);

**Производственно-технологическая деятельность:** - способностью выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники (ПК-8);

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме: тестирование, индивидуальное собеседование, письменные контрольные задания и пр. и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины **3** зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий:

| Семестр | Учебные занятия                                |                      |                      |     |              |   |                          | Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен) |
|---------|------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----|--------------|---|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|         | в том числе                                    |                      |                      |     |              |   |                          |                                                                           |
|         | Контактная работа обучающихся с преподавателем |                      |                      |     |              |   | СРС, в том числе экзамен |                                                                           |
|         | Всего                                          | из них               |                      |     |              |   |                          |                                                                           |
|         | Лекции                                         | Лабораторные занятия | Практические занятия | КСР | консультации |   |                          |                                                                           |
| 8       | 108                                            | 18                   |                      | 36  |              | 2 | 54                       | зачет                                                                     |

## 1. Цели освоения дисциплины

**Цель изучения дисциплины** «Основы промышленной электроники» - изучение основ промышленной электроники, ее элементной базы, физических принципов и явлений, заложенных в основу современной элементной базы, а также приобретение практических знаний по устройству и навыков по эксплуатации и ремонту промышленной электронной аппаратуры и приборов.

**Задачи дисциплины** состоит в приобретении теоретических знаний по основам промышленной электроники и практических навыков эксплуатации и сервиса.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Основы промышленной электроники» в структуре ОПОП ВО входит в базовую часть образовательной программы. Для освоения дисциплины «Основы промышленной электроники» требуются знания и умения, приобретенные обучающимися в результате освоения ряда предшествующих дисциплин (разделов дисциплин), таких как:

- Физические основы электроники,
- Физика конденсированного состояния
- Схемотехника.

Дисциплины, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

- Физика и технология электрических переходов.
- Контактные явления в полупроводниках.
- Методы исследования материалов и структур электроники.
- Промышленная электроника.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

| Компетенции | Формулировка компетенции из ФГОС ВО                                                            | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)                                                                                                                                               |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5        | готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного | <i>Знает:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и наноэлектроники, методы исследования и проектирования электронных устройств;</li></ul> |

|      |                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• современные технологические процессы электронных и наноэлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств;</li> <li>• типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств, ориентированных на решение научных, проектных и технологических задач в области электроники и наноэлектроники;</li> <li>• норм и последовательности проектирования устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</li> <li>• подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;</li> <li>• выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками работы с программными пакетами проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием;</li> </ul> |
| ПК-8 | способность                                                                                                                   | <i>Знает:</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий электронной техники</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>технологические маршруты организации производства материалов и изделий микро и нанoeлектроники</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий микро и нанoeлектроники</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий микро и нанoeлектроники</li> </ul> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, **108** академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

| №<br>п/<br>п | Разделы и темы<br>дисциплины                                                                  | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной<br>работы,<br>включая<br>самостоятельную<br>работу<br>студентов и<br>трудоемкость (в<br>часах) |              |              |                     | Самостоятельная работа | Формы текущего<br>контроля<br>успеваемости<br>(по неделям<br>семестра)<br><br>Форма<br>промежуточно<br>й аттестации<br>(по<br>семестрам) |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                                                                                               |         |                 | Лекции                                                                                                      | Практические | Лабораторные | Контроль<br>самост. |                        |                                                                                                                                          |
|              | Модуль 1.                                                                                     |         |                 |                                                                                                             |              |              |                     |                        |                                                                                                                                          |
| 1            | Резисторы.<br>Терморезисторы,<br>варисторы.<br>Конденсаторы<br>Магнитопроводы,<br>сердечники, | 8       |                 | 2                                                                                                           | 4            |              |                     | 6                      | Домашнее<br>задание (ДЗ)<br>Собеседование<br>(С)<br>Рейтинговая<br>система (РС)                                                          |
| 2            | Электронные<br>лампы, ионные<br>приборы,                                                      | 8       |                 | 2                                                                                                           | 4            |              |                     | 6                      | (ДЗ), (С), (РС)                                                                                                                          |

|   |                                                                                                                                                                                        |   |  |   |    |  |  |    |                 |
|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|---|----|--|--|----|-----------------|
|   | Электронно-лучевые трубки и кинескопы.                                                                                                                                                 |   |  |   |    |  |  |    |                 |
| 3 | Системы обозначения полупроводниковых приборов. Полупроводниковые диоды. Биполярные и полевые транзисторы. Транзисторные усилители. Схемы включения транзистора. Тиристоры, динисторы. | 8 |  | 2 | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |
|   | Итого по модулю 1:                                                                                                                                                                     |   |  | 6 | 12 |  |  | 18 |                 |
|   | Модуль 2.                                                                                                                                                                              |   |  |   |    |  |  |    |                 |
| 1 | Интегральные микросхемы. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка                                                                                                 | 8 |  | 2 | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |
| 2 | Фотоэлектронные полупроводниковые приборы. Фоторезистор, фотодиод, фототиристор, фототранзистор, светодиод, инжекционный лазер                                                         | 8 |  | 2 | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |
| 3 | Вакуумные электронные фотоэлементы, ионные фотоэлементы,                                                                                                                               | 8 |  | 2 | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |

|   |                                                                                                                                                                           |   |  |    |    |  |  |    |                 |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--|----|----|--|--|----|-----------------|
|   | фотоэлектронные умножители                                                                                                                                                |   |  |    |    |  |  |    |                 |
|   | Итого по модулю 2:                                                                                                                                                        |   |  | 6  | 12 |  |  | 18 |                 |
|   | Модуль 3.                                                                                                                                                                 |   |  |    |    |  |  |    |                 |
| 1 | Усилительные каскады на биполярных и полевых транзисторах. Температурная стабилизация усилительных каскадов.                                                              | 8 |  | 2  | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |
| 2 | Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях.                           | 8 |  | 2  | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |
| 3 | Электропитание электронных устройств. Однополупериодные и двухполупериодные схемы. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы. Сведения по надежности полупроводниковых приборов | 8 |  | 2  | 4  |  |  | 6  | (ДЗ), (С), (РС) |
|   | Итого по модулю 3:                                                                                                                                                        |   |  | 6  | 12 |  |  | 18 |                 |
|   | ИТОГО:                                                                                                                                                                    |   |  | 18 | 36 |  |  | 54 |                 |

#### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

## **Модуль 1.**

### **Тема 1. Пассивные элементы промышленной электроники.**

Резисторы. Параметры, типы, маркировка. Терморезисторы, варисторы и их характеристики. Конденсаторы постоянной емкости, характеристики, маркировка. Типы конденсаторов, электролитические конденсаторы. Магнитопроводы, сердечники, основные параметры.

### **Тема 2. Электронные и ионные приборы промышленной электроники.**

Электронные лампы, основные параметры и статические характеристики. Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Механизм газового разряда в ионных приборах. ВАХ. Ионные приборы. Стабилитроны, тиратроны. Предназначение, схемы включения.

### **Тема 3. Полупроводниковые приборы промышленной электроники.**

Электронно-дырочный переход и его свойства. ВАХ, 3 типа пробоя р-п-перехода. Полупроводниковые диоды. Типы и их характеристики. Транзисторы. Принцип действия биполярного транзистора. ВАХ биполярного транзистора. Транзисторные усилители. 3 схемы включения транзистора,  $h$  – параметры. Тиристоры, динисторы. ВАХ. Принцип действия. Полевые транзисторы. Типы. Стоковые характеристики. Переходные характеристики. Система обозначения полупроводниковых приборов. Примеры.

## **Модуль 2.**

### **Тема 4. Интегральные микросхемы.**

Интегральные микросхемы. Основные понятия и технологические различия. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка. Примеры.

### **Тема 5. Фотоэлектронные полупроводниковые приборы.**

Внутренний и внешний фотоэффект. Фотоэлектронные приборы. Фоторезисторы и их характеристики. Принцип работы фотодиода, 2 режима работы и ВАХ. Фототранзистор и фототиристор. Принцип работы.

### **Тема 6. Электронно-вакуумные и ионные приборы промышленной электроники.**

Фотоэлектронная эмиссия. Вакуумные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Ионные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Фотоэлектронные умножители. Принцип действия и характеристики.

## **Модуль 3.**

### **Тема 7. Усилительные каскады.**

Усилительный каскад с общим эмиттером. Графический расчет основных параметров. Температурная стабилизация усилительных каскадов. Усилительный каскад с общим коллектором и с общим стоком. Усилительный каскад с общим истоком.

## **Тема 8. Режимы работы усилительных каскадов. Обратная связь в УК.**

Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях. Электропитание электронных устройств.

## **Тема 9. Схемы электропитания, выпрямители.**

Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Трехфазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы.

### **Содержание лекционных занятий**

| Модули           | Содержание темы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 1.</b> | <p>Лекция 1.<br/>Резисторы. Параметры, типы, маркировка. Терморезисторы, варисторы и их характеристики. Конденсаторы постоянной емкости, характеристики, маркировка. Типы конденсаторов, электролитические конденсаторы. Магнитопроводы, сердечники, основные параметры.</p> <p>Лекция 2.<br/>Электронные лампы, основные параметры и статические характеристики. Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Механизм газового разряда в ионных приборах. ВАХ. Ионные приборы. Стабилитроны, тиратроны. Предназначение, схемы включения.</p> <p>Лекция 3.<br/>Полупроводниковые диоды. Типы и их характеристики. Транзисторы. Принцип действия биполярного транзистора. ВАХ биполярного транзистора. Транзисторные усилители. 3 схемы включения транзистора, <math>h</math> – параметры. Тиристоры, динисторы. ВАХ. Принцип действия. Полевые транзисторы. Типы. Стоковые характеристики. Переходные характеристики. Система обозначения полупроводниковых приборов. Примеры.</p> |

|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 2</b> | <p>Лекция 4.<br/>Интегральные микросхемы. Основные понятия и технологические различия. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка. Примеры.</p> <p>Лекция 5.<br/>Фотоэлектронные приборы. Фоторезисторы и их характеристики. Принцип работы фотодиода, 2 режима работы и ВАХ. Фототранзистор и фототиристор. Принцип работы. Фотоэлектронная эмиссия,</p> <p>Лекция 6.<br/>Электронные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Ионные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Фотоэлектронные умножители. Принцип действия и характеристики.</p>                                                                                                                        |
| <b>Модуль 3</b> | <p>Лекция 7.<br/>Усилительный каскад с общим эмиттером. Графический расчет основных параметров. Температурная стабилизация усилительных каскадов. Усилительный каскад с общим коллектором и с общим стоком. Усилительный каскад с общим истоком.</p> <p>Лекция 8.<br/>Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях. Электропитание электронных устройств.</p> <p>Лекция 9.<br/>Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления.<br/>Трехфазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления.<br/>Сглаживающие фильтры. Стабилизаторы.<br/>. Структура и принцип действия. Статические выходные</p> |

Темы практических и семинарских занятий \_\_\_\_\_

| Модули                      | Темы практических (семинарских) занятий               |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 1.</b><br>Тема 1. | Пассивные элементы промышленной электроники.          |
| Тема 2.                     | Электронные и ионные приборы промышленной электроники |
| Тема 3.                     | Полупроводниковые приборы промышленной электроники    |

|                            |                                                                 |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Модуль 2.</b><br>Тема 1 | Интегральные микросхемы, фотоэлектронные приборы                |
| Тема 2                     | Фотоэлектронные полупроводниковые приборы.                      |
| Тема 3                     | Электронно-вакуумные и ионные приборы промышленной электроники. |
| <b>Модуль 3.</b><br>Тема 1 | Усилительные каскады                                            |
| Тема 2                     | Режимы работы усилительных каскадов.<br>Обратная связь в УК     |
| Тема 3                     | Схемы электропитания. Выпрямители                               |

#### Содержание разделов самостоятельной работы

| №  | Содержание темы                                                                                                                                                                                                                      |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Резисторы. Параметры, типы, маркировка. Терморезисторы, варисторы. Конденсаторы постоянной и переменной емкости. Магнитопроводы, сердечники, Трансформаторы.                                                                         |
| 2. | Электронные лампы, Электронно-лучевые трубки и кинескопы. Механизм газового разряда в ионных приборах. ВАХ. Ионные приборы. Стабилитроны, тиратроны.                                                                                 |
| 3. | Полупроводниковые диоды. Типы и их характеристики. Транзисторы. Принцип действия биполярного транзистора. Тиристоры, динисторы. ВАХ. Принцип действия. Полевые транзисторы. Система обозначения полупроводниковых приборов. Примеры. |
| 4. | Фотоэлектронные приборы. Фоторезисторы и их характеристики. Принцип работы фотодиода. Фототранзистор и фототиристор. Принцип работы                                                                                                  |
| 5. | Интегральные микросхемы. Основные понятия и технологические различия. Аналоговые и цифровые интегральные микросхемы и их маркировка.                                                                                                 |
| 6. | Электронные фотоэлементы. Ионные фотоэлементы. Энергетические и спектральные характеристики. Фотоэлектронные умножители.                                                                                                             |
| 7. | Графический расчет основных параметров. Температурная стабилизация усилительных каскадов.                                                                                                                                            |
| 8. | Режимы работы усилительных каскадов. Избирательные усилители. Усилители мощности. Однотактные и двухтактные схемы. Обратная связь в усилителях                                                                                       |

|    |                                                                                                                                         |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. | Однофазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. Трехфазные однополупериодные и двухполупериодные схемы выпрямления. |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. Образовательные технологии

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

Информационные технологии.

Проблемное обучение.

Индивидуальное обучение.

Междисциплинарное обучение.

Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций используются следующие формы организации учебного процесса: лекция(информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение – метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;

поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

Основные аспекты применяемой технологии проблемного обучения:

Постановка проблемных задач отвечает целям освоения дисциплины «Основы промышленной электроники» и формирует необходимые компетенции;

решаемые проблемные задачи стимулируют познавательную деятельность и научно-исследовательскую активность студентов.

По лекционному материалу подготовлены конспекты лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- домашние задания, выполнение которых контролируется и при необходимости обсуждается на практических занятиях;
- промежуточные контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;
- выполнение итоговой контрольной работы по решению задач, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль.

Зачет конце 8 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и компьютерные тестирующие программы, примерную тематику рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового

контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Методические рекомендации преподавателям по разработке системы оценочных средств и технологий для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплинам (модулям) ООП (тематики докладов, рефератов и т.п.), а также для проведения промежуточной аттестации по дисциплинам (модулям) ООП (в форме зачетов, экзаменов, курсовых работ / проектов и т.п.) и практикам представлены в Положении «О модульно-рейтинговой системе обучения студентов Дагестанского государственного университета», утвержденном ученым Советом Даггосуниверситета.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки "отлично" заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки "хорошо" заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

## **7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

| Компетенция | Знания, умения, навыки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Процедура освоения                                                                            |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5        | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• передовой отечественный и зарубежный научный опыт и достижения в области электроники, микро- и наноэлектроники, методы исследования и проектирования электронных устройств;</li> <li>• современные технологические процессы электронных и наноэлектронных устройств, методы исследования и проектирования электронных устройств;</li> <li>• типовые процедуры применения проблемно-ориентированных прикладных программных средств, ориентированных на решение научных, проектных и технологических задач в области электроники и наноэлектроники;</li> <li>• норм и последовательности проектирования устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований;</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения;</li> <li>• подготавливать технические задания на выполнение проектных работ;</li> <li>• выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с</li> </ul> | <p>Устный опрос,<br/>письменный опрос,<br/>тестирование,<br/>выступление на<br/>семинарах</p> |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования</p> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>практическими навыками работы с программными пакетами проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием;</li> </ul>                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                              |
| ПК-8 | <p><i>Знает:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>технологические маршруты организации производства материалов и изделий микро и наноэлектроники</li> </ul> <p><i>Умеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий микро и наноэлектроники</li> </ul> <p><i>Владеет:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>навыками выполнять работы по технологической подготовке производства материалов и изделий микро и наноэлектроники</li> </ul> | <p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование, проверка рефератов, выступление на семинарах, студенческая конференция.</p> |

## 7.2. Типовые контрольные задания

Примерные темы для докладов студентов на семинарских занятиях

1.Пассивные элементы промышленной электроники

2.Электронные и ионные приборы

3.Полупроводниковые диоды

4.Выпрямительные диоды

5.Диоды Шоттки

6.Стабилитроны

7. Биполярные транзисторы
8. Режимы работы транзистора
9. Схемы включения транзистора
10. Полевой транзистор с управляющим  $p-n$ -переходом
11. Полевые транзисторы с изолированным затвором
12. Транзистор с индуцированным (инверсионным) каналом
13. Триодные тиристоры
14. Фотодиоды
15. Инжекционные лазеры
16. Усилительные каскады на биполярных транзисторах.
17. Усилительные каскады на полевых транзисторах.
18. Интегральные микросхемы
19. Выпрямители переменного тока

### **Рекомендации к последовательности выполнения реферата.**

Изучение проблемы по материалам, доступным в Интернете:

Согласовать название сообщения.

Написать тезисы реферата по теме.

Выразить, чем интересна выбранная тема в наши дни.

Подготовить презентацию по выбранной теме.

Сделать сообщение на мини-конференции.

Пример тестовых заданий для промежуточного контроля

#### **Модуль 1**

1. При изготовлении выпрямителя было использовано последовательное соединение двух разнотипных диодов из Si. Диод 1 был более высоковольтным, чем диод 2. Как вы считаете, какой из них будет сильнее нагреваться, если прямые токи близки к предельно допустимым?
  - 1) диод 1
  - 2) диод 2
  - 3) нагреваться будут одинаково
2. Если  $p$ - область легирована значительно сильнее, чем  $n$ - область, то в какой области будет шире обедненный слой?
  - 1)  $p$ - области
  - 2)  $n$ -области
  - 3) ширина слоя будет в обеих областях одинаковой
3. Если осветить  $p$ - $n$ - переход диода, то на его контактах возникнет разность потенциалов. Какова будет её полярность?
  - 1) + на  $p$
  - 2) – на  $p$
  - 3) + на  $n$

- 4) –  $u_{np}$
4. В диоде с р-п- переходом увеличили степень легирования одной из областей. Что произойдет с величиной емкости перехода (при нулевом смещении)?
- 1) увеличится
  - 2) уменьшится
  - 4) не изменится
5. Какой диод более высокочастотный : АД110 или 3А530 ?
- 1) АД110
  - 2) 3А530
  - 3) граничные частоты у них одинаковы
6. Каковы режимы работы транзистора и чем они отличаются?
- 1) активный и пассивный. Отличаются величиной тока базы
  - 2) активный, насыщения, отсечки, инверсный. Отличаются величиной тока коллектора.
  - 3) инверсный, насыщения, отсечки, активный. Отличаются полярностью напряжений на р-п-переходах.
7. Для увеличения быстродействия МДП-транзистора необходимо:
- 1) уменьшать длину канала
  - 2) применить подзатворный диэлектрик с меньшей диэлектрической проницаемостью
  - 3) увеличить толщину подзатворного диэлектрика.
8. В зависимости от напряжения на аноде и тока протекающего через тиристор выделяют:
- 1) 2 режима работы (прямого запираания и включения)
  - 2) 5 режимов работы (прямого запираания, включения, прямой проводимости, обратного запираания, обратного пробоя).
  - 3) 7 режимов работы (прямого запираания, включения, активного усиления, насыщения, обратной проводимости, обратного запираания, обратного пробоя).
9. Для увеличения чувствительности фототранзистора следует:
- 1) увеличить толщину базы и время жизни носителей в базе
  - 2) уменьшить толщину базы и время жизни носителей в базе
  - 3) увеличить толщину базы и уменьшить время жизни носителей в базе
10. Что такое оптопара?
- 1) устройство, которое содержит светодиод и фотодиод, питаемые с помощью одного источника тока.
  - 2) оптопара – пара оптических приемников
  - 3) устройство, в котором светоизлучатель и фотоприемник, связаны гальванически через оптическую среду

- 4) устройство, которое содержит светоизлучатель и фотоприемник, конструктивно связанные через оптическую среду, но развязанные гальванически.
11. При увеличении температуры диода его обратное сопротивление возрастает или падает?
- 1) возрастает
  - 2) падает
  - 3) не изменяется
12. Как изменится обратный ток р-п- перехода при увеличении степени легирования его областей ?
- 1) уменьшиться
  - 2) увеличиться
  - 3) не изменится
13. Что такое "Область пространственного заряда" ?
- 1) это область, обедненная подвижными носителями заряда.
  - 2) это область с повышенной концентрацией подвижных носителей заряда.
  - 3) это область, где заряд положительных ионов компенсирован зарядом подвижных электронов
14. В реальном р-п-переходе прямой ток больше или меньше чем в идеализированном и по какой причине?
- 1) меньше, из-за тока термегенерации, который направлен против прямого тока.
  - 2) больше, из-за тока рекомбинации электронов и дырок в обедненной области
  - 3) больше, из-за влияния последовательного сопротивления базы
  - 4) меньше, из-за эффектов инжекции, экстракции неосновных носителей и их диффузии в нейтральных областях
15. Почему при освещении кремниевого р-п- перехода солнцем между контактами к р и п областям появляется разность потенциалов?
- 1) в результате нагрева р-п- перехода и термоэлектрического эффекта Пельтье.
  - 2) в результате возникновения градиента концентрации носителей заряда и эффекта Дембера
  - 3) в результате разделения фотогенерированных носителей полем р-п- перехода.
16. Измерения показали, что у диода №1 пробой носит лавинный характер, у диода №2 пробой носит туннельный характер. В каком из диодов пробивное напряжение выше?
- 1) в 1-м
  - 2) во 2-м
  - 3) одинаково
17. Какое из следующих утверждений для гомоперехода верное:

- 1) контактная разность равна разности термодинамических работ выхода р и п областей;
  - 2) контактная разность равна разности уровней Ферми р и п областей;
  - 3) контактная разность равна разности сродства к электрону р и п областей.
  - 4) все утверждения
18. Как зависит коэффициент передачи тока  $\beta$  от тока эмиттера  $I_e$  и напряжения на коллекторе  $U_{кз}$ .
- 1) в области больших токов  $\beta$  увеличивается с увеличением  $I_e$  и уменьшается с уменьшением  $U_{кз}$ .
  - 2) в области малых токов  $\beta$  уменьшается при снижении  $I_e$ , а также при увеличении  $U_{кз}$ .
  - 3) в области больших токов  $\beta$  уменьшается с уменьшением  $I_e$  и увеличивается с увеличением  $U_{кз}$ .
19. Симистор -полупроводниковый прибор, у которого:
- 1) ВАХ является прямой, проходящей через точку  $I=0$  при  $U=0$ .
  - 2) ВАХ имеет S-образную кривую
  - 3) ВАХ симметрична относительно начала координат
  - 4) ВАХ имеет N-образный участок
20. От чего зависит спектр излучения светодиода?
- 1) от удельного сопротивления и типа проводимости полупроводникового материала
  - 2) от ширины запрещенной зоны полупроводникового материала
  - 3) от степени легирования полупроводникового материала.

## Модуль 2

1. У диода из какого материала ( Ge, Si, GaAs) выше вероятность теплового пробоя?
  - 1) Вероятность пробоя не зависит от материала
  - 2) Ge
  - 3) Si
2. При изготовлении выпрямителя было использовано параллельное соединение диода из Si и GaAs. Как вы считаете, какой из них будет сильнее нагреваться, если прямые токи близки к предельно допустимым?
  - 1) одинокого нагреются
  - 2) диод из Si
  - 3) диод из GaAs
3. Обратный ток реального р-п-перехода больше или меньше чем в идеализированном и почему?
  - 1) больше, так как в реальном р-п-переходе в обратный ток вносит вклад ток, обусловленный рекомбинацией носителей в обедненной области

- 2) больше, так как в реальном р-п-переходе существует также токи термогенерации носителей.
- 3) Меньше, так как токи термогенерации носителей в реальном р-п-переходе направлены против обратного тока
- 4) Меньше, вследствие эффекта модуляции сопротивления базы
4. Какова должна быть степень легирования базовой области стабилитрона в зависимости от величины напряжения стабилизации?
  - 1) для высоковольтных стабилитронов концентрация примесей в базе должна быть относительно высокой, чем для низковольтных
  - 2) для низковольтных стабилизаторов степень легирования примесями базовой области должна быть относительно низкой, чем для высоковольтных
  - 3) для высоковольтных стабилитронов концентрация примесей в базе должна быть низкой, а для низковольтных - высокой.
5. После радиационного облучения диода время жизни неосновных носителей заряда в р и п областях упало. Как изменилась контактная разность потенциалов?
  - 1) увеличилась
  - 2) уменьшилась
  - 3) не изменилась
6. Как изменится обратный ток р-п -перехода в SiC при уменьшении степени легирования его областей, если все остальные параметры остались неизменными?
  - 1) не изменится
  - 4) увеличится
  - 3) уменьшится
7. У диода, включенного в прямом направлении определенный участок ВАХ можно аппроксимировать прямой линией. При нагреве диода эта прямая линия будет смещаться к началу координат. Чем объяснить это смещение?
  - 1) увеличением обратного тока диода
  - 2) уменьшением контактной разности потенциалов.
  - 3) изменением сопротивления толщи областей материала диода.
8. Существующие полевые транзисторы различаются
  - 1) типом проводимости полупроводникового материала.
  - 2) способом изоляции затвора и канала.
  - 3) физической структурой и способом управления проводимостью канала.
9. Полупроводниковые фотоприемники с р-ппереходом могут работать
  - 1) в одном режиме -фотоактивном
  - 2) в темновом и освещенном режимах
  - 3) в трех режимах: фотоактивном, фотогенерации и фотопреобразования
  - 4) в двух режимах: фотогенерации и фотопреобразования
10. Основными характеристиками светодиодов являются:

- 1) энергетическая, спектральная, излучательная
  - 2) зависимость плотности тока от напряжения, зависимость обратного тока от обратного смещения.
  - 3) яркостная, спектральная, вольт-амперная.
  - 4) вольтамперная характеристика, частотно-яркостная характеристика
11. По какому закону на начальном участке ВАХ ток смещенного в прямом направлении р-п- перехода зависит от напряжения?
- 1) по линейному
  - 2) по квадратичному.
  - 3) по экспоненциальному
12. На основе Si изготовили два диода с симметричным р-п- переходом. Степень легирования областей диода 1 составляет  $10^{16} \text{ см}^{-3}$ , у второго диода  $10^{15} \text{ см}^{-3}$ . У какого из диодов напряжение пробоя выше?
- 1) второго диода.
  - 2) диода 1
  - 3) у обоих диодов одинаково
13. При прямых токах, превышающих предельно допустимое значение, диод, как правило, выходит из строя. Какова наиболее частая причина отказа?
- 1) электрический пробой
  - 2) тепловой пробой или выгорание р-п-перехода
  - 3) туннельный пробой
14. Чем гетеропереход принципиально отличается от гомоперехода?
- 1) наличием областей с различной шириной запрещенной зоны
  - 2) возможностью образования как анизотипных, так и изотипных переходов
  - 3) наличием различных барьеров для электронов и дырок, что позволяет получить одностороннюю инжекцию
  - 4) видом ВАХ, сильно зависящим от концентрации дефектов вблизи металлургической границы
15. Из какого материала изготовлен диод 2С139Д-1?
- 1) арсенида галлия
  - 2) карбида кремния
  - 3) германия
  - 4) кремния
16. Можно ли с помощью вольтметра непосредственно измерить величину потенциального барьера в р-п- переходе (подключив вольтметр к контактам к р и п областям) ?
- 1) нет
  - 2) да
  - 3) можно с большой погрешностью
17. По принципу действия транзисторы делятся на:
- 1) униполярные и полевые
  - 2) биполярные и полевые

- 3) биполярные, полевые, МОП, МДП
18. Транзисторы, в которых проводящий канал возникает при подаче на затвор относительно истока напряжения, превышающего порогового называют:
- 1) транзисторы со встроенным каналом
  - 2) транзисторы с изолированным затвором
  - 3) транзисторы с индуцированным каналом
  - 4) транзисторы с управляющим переходом металл-полупроводник
19. Как зависит фото-ЭДС солнечного преобразователя от ширины запрещенной зоны материала  $E_g$
- 1) фото-ЭДС не зависит от  $E_g$ .
  - 2) чем больше  $E_g$ , тем меньше фото-ЭДС
  - 3) чем больше  $E_g$ , тем больше значение фото-ЭДС
20. В качестве основных полупроводниковых материалов для изготовления светодиодов применяют:
- 1) GaAs, Si, Ge, SiC, InAs
  - 2) Si, ZnO, GaP, AlN, CdSe
  - 3) GaP, GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>, GaN, SiC, CdS
  - 4) SiC, GaAs<sub>1-x</sub>P<sub>x</sub>, GaN, GaP, GaAs

### Модуль 3

1. У какого из перечисленных ниже полупроводников самая низкая собственная концентрация носителей заряда: Ge, Si, GaAs ?
- 1) Ge
  - 2) Si
  - 3) GaAs
  - 4) Собственные концентрации при комнатной температуре в данных материалах равны
2. Почему если механически соединить кусочки полупроводников p и n типа (с идеально чистой поверхностью), не удастся получить хороший диод?
- 1) Не удастся осуществить совмещение кристаллических решеток.
  - 2) Не удастся создать идеально ровные поверхности.
  - 3) Не удастся обеспечить плотный контакт.
3. Как изменится обратный ток p-n- перехода в Si при уменьшении концентрации основных примесей p- и n- областей, если все остальные параметры остались неизменными?
- 1) не изменится
  - 2) увеличится
  - 3) уменьшится
4. Разработчик получил задание в диоде из Si уменьшить прямое падение напряжения. Он решил достигнуть этого уменьшая сопротивление толщи полупроводникового материала, увеличив степень легирования. Как при этом изменится обратный ток диода?

- 1) увеличиться
  - 2) уменьшится
  - 3) не изменится
5. В чем принципиальное отличие стабистора от стабилитрона?
- 1) работа стабистора основана на использовании электрического пробоя р-п-перехода, а стабилитрона – на использовании участка на обратной ветви ВАХ, где ток не зависит от напряжения
  - 2) в стабилитроне используется лавинный механизм пробоя, а в стабисторе – туннельный механизм пробоя.
  - 3) в стабисторах для стабилизации напряжения используется прямая ветвь ВАХ, а в стабилитронах – участок электрического пробоя на обратной ветви ВАХ
6. Из какого материала изготовлен диод 3А530?
- 1) из кремния
  - 2) германия
  - 3) арсенида галлия.
7. В чем различие дрейфовых транзисторов от диффузионных?
- 1) в них часть электронов, инжектированных в базу не доходит до коллекторного перехода
  - 2) в них базовая область легирована однородно
  - 3) в них базовая область легирована неоднородно
8. Тиристор полупроводниковый прибор, который при работе может находиться:
- 1) в одном состоянии - активном, при котором сопротивление тиристора меняется пропорционально входному сигналу.
  - 2) в двух состояниях: закрытом и открытом, в которых тиристор имеет соответственно высокое и малое сопротивления
  - 3) в трех состояниях: закрытом, активном и открытом, в зависимости от тока управляющего электрода.
9. Лавинные фотодиоды отличаются от обычных фотодиодов тем, что у них:
- 1) толщина обедненной области с участком сильного электрического поля значительно меньше диффузионной длины неосновных носителей
  - 2) рабочая точка выбирается на ВАХ на участке электрического пробоя.
  - 3) длина свободного пробега носителей меньше толщины обедненной области с участком сильного электрического поля.
10. В светодиодах на основе широкозонных полупроводников при малых токах излучательная рекомбинация реализуется
- 1) в базовой области
  - 2) в эмиттерной области
  - 3) в нейтральных областях, прилегающих к р-п-переходу
  - 4) в области р-п-перехода

### **Список контрольных вопросов по дисциплине.**

1. Резисторы, классификация, основные параметры
2. Конденсаторы, классификация, основные параметры
3. Катушки индуктивности, трансформаторы, основные характеристики
4. Структура и основные элементы полупроводникового диода.
5. ВАХ диода с учетом падения напряжения на сопротивлении базы, генерация и рекомбинация носителей заряда в р-п-переходе.
6. Лавинный, туннельный и тепловой пробой диодов.
7. Классификация полупроводниковых диодов. Их конструктивно-технологические особенности, электрические свойства.
8. Диоды различного назначения - туннельные диоды, стабилитроны и стабилитроны, диоды Шоттки, варикапы: принцип действия, свойства, применение.
9. Структура, принцип действия, режимы, схемы включения биполярного транзистора. Энергетическая диаграмма при нормальном включении.
10. Классификация транзисторов по мощности и по частоте. Конструктивно-технологические особенности мощных транзисторов.
11. Коэффициенты передачи токов эмиттера и базы. Статические характеристики.
12. Входные и выходные характеристики, характеристики передачи транзистора в схеме с общей базой и общим эмиттером. Эффект Эрли. Влияние температуры на статические характеристики.
13. Структура и принцип действия диодного и триодного тиристора. Вольт-амперная характеристика. Условие переключения. Способы управления тиристорами.
14. Структура, принцип действия и схемы включения МДП-транзистора.
15. Транзисторы с индуцированным и со встроенным каналом. Статические выходные характеристики. Уравнения ВАХ для крутой и пологой частей характеристик. Характеристики передачи.
16. Конструктивно-технологические разновидности транзисторов. Эффекты короткого канала в МДП-транзисторах. Зависимость порогового напряжения от длины канала и напряжения на стоке.
17. Структура и принцип действия полевых транзисторов с управляющим р-п-переходом. Статические выходные характеристики и характеристики передачи.

18. Полевые транзисторы с управляющим переходом на основе диода Шотки (ПТШ). Принцип действия при работе в режимах обогащения и обеднения канала. Статические характеристики.
19. Светоизлучающие диоды, электролюминесцентные порошковые и пленочные излучатели, инжекционные лазеры: принцип действия и основные свойства.
20. Фоторезисторы, фотодиоды, полупроводниковые фотоэлементы, фототранзисторы, фототиристоры: принцип действия, конструкция, основные характеристики и параметры.
21. Полупроводниковые резисторы (термисторы, позисторы, варисторы): принцип действия и основные свойства.
22. Интегральные микросхемы.
23. Выпрямители переменного тока
24. Основные положения и понятия теории надежности. Интенсивность отказов, вероятность безопасной работы. Показатели надежности.
25. Основные тенденции и направления дальнейшего развития промышленной электроники.

**7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля – 60 % и промежуточного контроля – 40 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 25 баллов,
- выполнение лабораторных заданий –,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 25 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 5 баллов,
- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 20 баллов.

Шкала диапазона для перевода рейтингового балла в «5»-бальную систему:  
«0 – 50» баллов – неудовлетворительно

«51 – 65» баллов – удовлетворительно  
«66 - 85» баллов – хорошо  
«86 - 100» баллов – отлично  
«51 и выше» баллов – зачет

**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

а) основная литература:

1. Каганов К.Л. Промышленная электроника. М. «Энергия», 1964г.
2. Гусев Н.Н., Мельцер Б.Н. Основы промышленной электроники. Минск, «Высшая школа», 1969г.
3. А.Н. Ремизов. Курс физики, электроники и кибернетики .М.1982г.
4. А.В. Глазочев, В.Г. Петрович. Физические основы электроники. Конспект лекций /Томск, 2009г.
5. Справочник радиолюбителя конструктора. М. «Радио», 1988г.

б) дополнительная литература:

1. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы. - Изд. 2Лань» - С.Пб, 2002г. 480с..
2. Росадо Л.Физическая электроника и микроэлектроника /пер. с исп. под ред. Терехова В.А./ -М., Высшая школа, 1991.
3. Аваев Н.А., Наумов Ю.Е., Фролкин В.Т. Основы микроэлектроники. -М., Радио и связь, 1991.
4. Батушев В.А. Электронные приборы. -М., Высшая школа, 1980.
5. Викулин И.Н., Стареев В.И. Физика полупроводниковых приборов. -М., Радио и связь, 1990.
6. Шур М. Физика полупроводников /пер. с англ. под ред. Биленко Ю.Д., Видро В.Л./ -М., Мир, 1990.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

Теоретические сведения по физике и подробные решения демонстрационных вариантов тестовых заданий, представленных на сайте Росаккредагентства ([www.fepo.ru](http://www.fepo.ru)).

Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>

Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

[www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) - Электронная библиотечная система «Университетская библиотека - online».

[www.iqlib.ru](http://www.iqlib.ru) - Интернет-библиотека образовательных изданий, в который собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия

Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).

[www.aftp.mics.msu.su](http://www.aftp.mics.msu.su)

## 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Студент в процессе обучения должен не только освоить учебную программу, но и приобрести навыки самостоятельной работы. Студент должен уметь планировать и выполнять свою работу. Удельный вес самостоятельной работы составляет по времени 30% от всего времени изучаемого цикла. Это отражено в учебных планах и графиках учебного процесса, с которым каждый студент может ознакомиться у преподавателя дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части работы, не уменьшая объема недельного плана.

| Вид учебных занятий | Организация деятельности студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на |

|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      | консультации, на практических работах.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Практические занятия | Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.                                                                                                                                                                                                                                        |
| Реферат              | Поиск литературы и составление библиографии, использование от 3 до 5 научных работ, изложение мнения авторов и своего суждения по выбранному вопросу; изложение основных аспектов проблемы. Кроме того, приветствуется поиск информации по теме реферата в Интернете, но с обязательной ссылкой на источник, и подразумевается не простая компиляция материала, а самостоятельная, творческая, аналитическая работа, с выражением собственного мнения по рассматриваемой теме и грамотно сделанными выводами и заключением. Ознакомиться со структурой и оформлением реферата. |
| Подготовка к зачету  | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

# **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Чтение лекций с использованием мультимедийных презентаций. Использование анимированных интерактивных компьютерных демонстраций и практикумов-тренингов по ряду разделов дисциплины.

# **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально – техническая база кафедры экспериментальной физики, которая осуществляет подготовку по направлению 11.03.04 «**Электроника и наноэлектроника**», позволяет готовить бакалавров, отвечающих требованиям ФГОС. На кафедре имеются 3 учебных и 5 научных лабораторий, оснащенных современной технологической, измерительной и диагностической аппаратурой; в том числе функционирует проблемная НИЛ «Твердотельная электроника». Функционируют специализированные учебные и научные лаборатории: Физика и технология керамических материалов для твердотельной электроники, Физика и технология тонкопленочных структур, Электрически активные диэлектрики в электронике, Физическая химия полупроводников и диэлектриков.

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийным проекционным оборудованием и интерактивной доской.