

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания и стандартизации

И.Ю. Мезин

25 сентября 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОНИКИ**

Направление подготовки  
12.03.01 Приборостроение

Профиль программы  
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения

Очная

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| Институт | Естествознания и стандартизации |
| Кафедра  | Физики                          |
| Курс     | 3                               |
| Семестр  | 5                               |

Магнитогорск  
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 25 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:  
Доцент каф. физики, канд. техн. наук

 / М.В. Вечеркин

Рецензент:  
Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /



## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью преподавания дисциплины «Основы электроники» является подготовка высококвалифицированного специалиста по направлению 12.03.01 «Приборостроение», владеющего методами проектирования и анализа электронных узлов и устройств, способного выполнять исследовательские и расчетные работы по разработке аналоговых и цифровых электронных средств измерений, осуществлять наладку, настройку и опытную проверку электронных приборов и систем.

Достижение цели требует решения следующих основных задач в области теоретической подготовки:

- формирование у студентов теоретической базы по вопросам строения основных компонентов полупроводниковой электроники, их характеристик и принципов функционирования;
- изучение общих принципов построения типовых электронных узлов аналоговых, цифровых и цифроаналоговых устройств измерительной техники;
- формирование знаний и навыков по использованию современных электронных компонентов, узлов и устройств для решения практических задач в приборостроении.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРА

Дисциплина «Основы электроники» является дисциплиной вариативной части.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате усвоения дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Информатика и информационные технологии».

Дисциплина является необходимой в изучении последующих дисциплин: «Цифровые измерительные устройства», «Программирование микроконтроллеров», «Схемотехника измерительных устройств», «Основы проектирования приборов и систем».

## 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения  |
|---|--|
| <b>ПК-4 – способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем</b> |  |
| Знать:  | – основные понятия, термины и определения электроники;<br>– принципы действия, разновидности, особенности использования полупроводниковых элементов электронных устройств;<br>– достоинства, возможности и характеристики микроэлектронных изделий;<br>– общие принципы построения и функционирования, схемотехнику типовых аналоговых и цифровых электронных устройств;<br>– содержание методик наладки, настройки, юстировки и опытной проверки электронных узлов, устройств, приборов и систем. |
| Уметь:  | – выделять значимые факторы, влияющие на качество и надежность функционирования электронных узлов, устройств, приборов и систем;<br>– применять знания в области электроники для наладки, настройки, юстировки и опытной проверки электронных измерительных приборов и систем.   |
| Владеть:  | – навыками построения принципиальных схем электронных устройств и их монтажа, анализа существующих электронных схем;<br>– практическими навыками наладки, настройки, юстировки и опытной проверки электронных устройств.   |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144акад. часа, в том числе:

- контактная работа 81,7 часа;
  - аудиторная 80 часов;
  - внеаудиторная 1,7 часов;
- практические занятия 16часов;
- самостоятельная работа 62,3 час.

| Раздел дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах)* |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы  | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|---|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
|  |         | лекции  | лаборат. занятия | практич. занятия |  |   |   |                                       |
| <b>1. Элементы зонной теории твердых тел. Свойства электронно-дырочного перехода в равновесном и неравновесном состояниях</b>                                      | 5       |   |                  |                  |  |   |   |                                       |
| 1.1. Энергетические зоны и уровни в кристаллах. Особенности заполнения энергетических зон и ширина запрещенной зоны в проводниках, полупроводниках и диэлектриках. |         | 0,5   | –                | –                | 2                                      | Самостоятельное изучение учебной литературы.                              | Устный опрос.   | ПК-4(з)                               |
| 2.2. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Диффузия и дрейф носителей заряда.  |         | 0,5   | –                | –                | 2                                      | Самостоятельное изучение учебной литературы.                              | Устный опрос.   | ПК-4(з)                               |
| 2.3. Свойства электронно-дырочного перехода. Вольтамперная характеристика р-п-перехода. Емкость р-п-перехода. Виды пробоев р-п-перехода.                           |         | 1   | 2                | –                | 2                                      | Самостоятельное изучение учебной литературы.<br>Подготовка к защите темы. | Проверка индивидуальных заданий.<br>Устная защита темы.         | ПК-4(з)                               |
| <b>Итого по разделу</b>  |         | <b>2</b>                                      | <b>2</b>         | <b>0</b>         | <b>6</b>                               |   |   |                                       |

|   |   |          |          |          |          |  |   |                     |
|---|---|----------|----------|----------|----------|--|---|---------------------|
| <b>2. Полупроводниковые диоды и их разновидности</b>  | 5 |          |          |          |          |  |   |                     |
| 2.1. Классификация диодов и их обозначения.   |   | 1        | 0,5      | –        | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.   | Устный опрос.   | ПК-4(з)             |
| 2.2. Выпрямительные диоды (особенности кремниевых и германиевых диодов, диоды на основе барьера Шоттки). Импульсные диоды.  |   | 1        | 1        | 1        | 2        | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта.<br>Составление отчета по лаб. работе.    | Устный опрос. Проверка конспекта.<br>Проверка отчета по лаб. работе.    | ПК-4(у)             |
| 2.3. Стабилитроны и стабилсторы.  |   | 1        | 0,5      | –        | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.   | Устный опрос.   | ПК-4(з)             |
| 2.4. Одно- и двухполупериодные схемы однофазных выпрямителей.   |   | 1        | 2        | 1        | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.<br>Подготовка к защите темы.                            | Проверка индивидуальных заданий.<br>Устная защита темы.                 | ПК-4(у)             |
| <b>Итого по разделу</b>   |   | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>8</b> |  |   |                     |
| <b>3. Биполярные транзисторы</b>  | 5 |          |          |          |          |  |   |                     |
| 3.1. Структура и основные режимы биполярных транзисторов. Принцип работы транзистора как усилительного элемента. Основные схемы включения и их свойства: схема с общей базой, с общим эмиттером, общим коллектором.   |   | 2        | 1        | –        | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.   | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                          | ПК-4(з),<br>ПК-4(у) |
| 3.2. Токи в структуре транзистора и их взаимосвязь. Распределение носителей в структуре транзистора в различных режимах, особенности режима насыщения. Физические параметры транзистора и схемы замещения на их основе. Системы дифференциальных параметров транзисторов. |   | 1        | 1        | 2        | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.   | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                          | ПК-4(у)             |
| 3.3. Статические характеристики транзистора в схеме включения с общей базой и с общим эмиттером. Пробой транзистора.  |   | 1        | 2        | –        | 2        | Подготовка к выполнению лаб. работы.<br>Составление конспекта.<br>Составление отчета по лаб. работе. | Устный опрос.<br>Проверка конспекта.<br>Проверка отчета по лаб. работе. | ПК-4(в)             |

|   |   |          |          |          |          |   |  |                     |
|---|---|----------|----------|----------|----------|---|--|---------------------|
| 3.4. Динамические свойства биполярных транзисторов. Частотные характеристики транзисторов в схемах включения с общей базой и с общим эмиттером. Моделирование транзисторов. Классификация и система условных обозначений.               |   | 2        | 2        | 2        | 2        | Подготовка к защите темы.   | Устная защита темы.  | ПК-4(з)             |
| <b>Итого по разделу</b>   |   | <b>6</b> | <b>6</b> | <b>4</b> | <b>8</b> |   |  |                     |
| <b>4. Полевые полупроводниковые приборы</b>   | 5 |          |          |          |          |   |  |                     |
| 4.1. Полевой транзистор с управляющим р-п-переходом. Схемы включения полевых транзисторов.  |   | 1        | 1        | 0,5      | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                           | ПК-4(з)             |
| 4.2. Основные параметры и статические характеристики полевых транзисторов.  |   | 0,5      | 1        | 1        | 2        | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта.<br>Составление отчета по лаб. работе. | Устный опрос. Проверка конспекта.<br><br>Проверка отчета по лаб. работе. | ПК-4(у),<br>ПК-4(в) |
| 4.3. Полевые транзисторы с изолированным затвором (МДП-транзисторы): со встроенным каналом, с изолированным каналом.  |   | 0,5      | 2        | 0,5      | 4        | Подготовка к защите темы.   | Устная защита темы.  | ПК-4(з)             |
| <b>Итого по разделу</b>   |   | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>8</b> |   |  |                     |
| <b>5. Силовые полупроводниковые приборы</b>   | 5 |          |          |          |          |   |  |                     |
| 5.1. Динисторы, тиристоры, симисторы: область применения и разновидности тиристоров; структура, свойства и основные параметры; принцип действия, процесс включения на примере транзисторной модели; динамические процессы в тиристорах. |   | 2        | 2        | 1        | 3        | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта.<br>Составление отчета по лаб. работе. | Устный опрос. Проверка конспекта.<br><br>Проверка отчета по лаб. работе. | ПК-4(у),<br>ПК-4(в) |
| 5.2. Силовые транзисторы: полевые транзисторы (MOSFET); биполярно-полевые транзисторы (IGBT).   |   | 2        | 2        | 1        | 3        | Подготовка к защите темы.   | Устная защита темы.  | ПК-4(з)             |
| <b>Итого по разделу</b>   |   | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>2</b> | <b>6</b> |   |  |                     |

|   |   |          |          |          |          |   |  |                     |
|---|---|----------|----------|----------|----------|---|--|---------------------|
| <b>6. Полупроводниковые излучатели и фотоприемники</b>  | 5 |          |          |          |          |   |  |                     |
| 6.1. Физические основы работы полупроводниковых излучателей и основные параметры излучения. Светодиоды: основные характеристики и параметры. Полупроводниковые лазеры: особенности структуры, принцип работы и характеристики.  |   | 1        | 1        | –        | 4        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                       | ПК-4(з)             |
| 6.2. Физические процессы в полупроводниковых фотоприемниках. Фотоэффект в р-п – переходе. Характеристики и режимы работы фотодиодов. Принцип работы и характеристики фототранзисторов. Фототиристоры. Оптоэлектронные пары – разновидности и основные характеристики. |   | 1        | 1        | –        | 4        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                       | ПК-4(у)             |
| <b>Итого по разделу</b>   |   | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>0</b> | <b>8</b> |   |  |                     |
| <b>7. Аналоговые усилительные устройства на биполярных и полевых транзисторах</b>   | 5 |          |          |          |          |   |  |                     |
| 7.1. Общие сведения, классификация и основные характеристики усилителя. Типовые функциональные каскады полупроводникового усилителя.  |   | 0,5      | 0,5      | –        | 1        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос.  | ПК-4(з)             |
| 7.2. Частотные характеристики усилителей  |   | 0,5      | 0,5      | 0,5      | 1        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос.  | ПК-4(з)             |
| 7.3. Обратная связь в усилителях. Влияние цепи обратной связи на характеристики усилителя.  |   | 0,5      | 0,5      | 1        | 2        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                       | ПК-4(у)             |
| 7.4. Усилительный каскад по схеме с общим эмиттером: принцип работы и основные параметры; методы стабилизации рабочей точки; особенности цепей отрицательной обратной связи; формирование частотной характеристики.   |   | 1        | 0,5      | 0,5      | 2        | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта.<br>Составление отчета по лаб. работе. | Устный опрос. Проверка конспекта.<br>Проверка отчета по лаб. работе. | ПК-4(у),<br>ПК-4(в) |
| 7.5. Усилительный каскад по схеме с общим истоком.  |   | 0,5      | 0,5      | 0,5      | 1        | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                       | ПК-4(у)             |

|  |   |           |           |           |             |   |  |                     |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-------------|---|--|---------------------|
| 7.6. Эмиттерный и истоковый повторители.   |   | 0,5       | 0,5       | 0,5       | 1,3         | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.                       |                     |
| 7.7. Источники стабильного тока и стабильного напряжения на биполярных и полевых транзисторах.   |   | 0,5       | 2         | 1         | 2           | Подготовка к защите темы.   | Устная защита темы.  | ПК-4(з)             |
| <b>Итого по разделу</b>  |   | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>4</b>  | <b>10,3</b> |   |  |                     |
| <b>8. Операционные усилители (ОУ)</b>  | 5 |           |           |           |             |   |  |                     |
| 8.1. Структура, основные параметры, характеристики, частотные свойства ОУ.   |   | 2         | –         | –         | 2           | Самостоятельное изучение учебной литературы.  | Устный опрос.  | ПК-4(з)             |
| 8.2. Преобразователи аналоговых сигналов на ОУ: повторитель; инвертирующий, неинвертирующий и дифференциальный усилитель; сумматор; интегратор; дифференциатор; ограничитель уровня; активный ФВЧ; активный ФНЧ. |   | 2         | 4         | 1         | 4           | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта.<br>Составление отчета по лаб. работе. | Устный опрос. Проверка конспекта.<br>Проверка отчета по лаб. работе. | ПК-4(у),<br>ПК-4(в) |
| 8.3. Компараторы на ОУ. Интегральные компараторы.  |   | 2         | 2         | 1         | 2           | Подготовка к защите темы.   | Устная защита темы.  | ПК-4(з)             |
| <b>Итого по разделу</b>  |   | <b>6</b>  | <b>6</b>  | <b>2</b>  | <b>8</b>    |   |  |                     |
| <b>Итого по дисциплине</b>   |   | <b>32</b> | <b>32</b> | <b>16</b> | <b>62,3</b> | Зачет с оценкой   |  |                     |

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Для освоения дисциплины используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

Информационные лекции – для изложения основных теоретических понятий, законов функционирования электронных компонентов, принципов построения схемы узлов измерительных устройств.

Лабораторные занятия – для формирования навыков построения и монтажа электронных схем, закрепления навыков проведения измерений согласно установленной методике, а также обработки результатов эксперимента.

Практические занятия – для приобретения навыков и умений решения прикладных задач по расчету электронных схем, а так же их наладке, настройке и калибровке.

Для повышения информационной насыщенности наряду с информационной лекцией используются лекции-визуализации, а также практические занятия в форме презентации.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при расчете и защите лабораторных работ, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения учебной и научной литературы с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

Результаты обучения контролируются зачетом с оценкой.

## **6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач и устную защиту тем на лабораторных занятиях.

### **Варианты лабораторных работ**

1. Исследование полупроводниковых диодов: выпрямительного диода, диода Шоттки, стабилитрона.
2. Исследование однофазной мостовой схема выпрямления.
3. Исследование характеристик биполярного транзистора.
4. Исследование динистора и тиристора.
5. Исследование полевого транзистора.
6. Изучение принципов построения и схемотехники элементов TTL.
7. Изучение способов задания логических уровней и их индикации.
8. Изучение основных и базовых логических элементов цифровой электроники.
9. Исследование операционных усилителей (ОУ).
10. Исследование активных фильтров на ОУ.
11. Исследование характеристик линейных стабилизаторов напряжения.

### **Контрольные вопросы к защите лабораторных работ**

#### **Лабораторная работа №1**

1. Что такое собственная проводимость полупроводника? Чем она обусловлена?
2. Что такое диффузия и дрейф носителей заряда?
3. Как зависит проводимость полупроводника от температуры? С чем это связано?
4. Назовите виды примесной проводимости полупроводников. Как они могут быть получены?
5. Объясните механизм образования p-n-перехода. Назовите его основные особенности.

Что такое инжекция и экстракция носителей заряда?

6. Как влияет внешнее электрическое поле на высоту потенциального барьера и величину р-n-перехода? Нарисуйте вольтамперную характеристику идеализированного р-n-перехода и напишите уравнение её прямой ветви.

7. Что такое полупроводниковый диод? Какова его структура и условное обозначение? Как называются электроды полупроводникового диода?

8. По каким признакам классифицируются полупроводниковые диоды?

9. Нарисуйте ВАХ выпрямительного диода, прокомментируйте ее ход, отметьте характерные точки.

10. Перечислите основные статические и динамические характеристики выпрямительных диодов. Раскройте их смысл.

11. Перечислите предельные характеристики выпрямительных диодов. Раскройте их смысл.

12. В чем преимущество диодов Шоттки перед кремниевыми?

13. Что такое стабилитрон? Объясните принцип его работы, назовите основные параметры.

### Лабораторная работа №3

1. Что такое биполярный транзистор? Для чего он предназначен?

2. Какие бывают типы биполярных транзисторов? Нарисуйте их структуры, приведите условные обозначения и диодные схемы замещения. Назовите и укажите на схемах электроды транзисторов.

3. Назовите и охарактеризуйте основные режимы работы транзисторов. Как включаются эмиттерный и коллекторный переходы в каждом режиме?

4. Объясните принцип усиления мощности транзистором на примере транзистора включенного по схеме с общей базой.

5. Назовите основные параметры транзистора. Перечислите  $h$ -параметры транзистора и напишите для них выражения.

6. Какие существуют схемы включения транзистора? Охарактеризуйте каждую схему.

7. Нарисуйте входные и выходные характеристики транзистора при включении по схеме с ОБ и с ОЭ. Прокомментируйте эти характеристики.

### Лабораторная работа №4

1. Что такое тиристор? Какова область применения тиристоры?

2. Какие существуют разновидности тиристоры?

3. Нарисуйте структурную схему и условное обозначение динистора. Как называются р-n-переходы динистора и области, к ним примыкающие? Назовите электроды динистора.

4. Нарисуйте и прокомментируйте ВАХ динистора. Объясните, какие физические процессы происходят в структуре динистора на каждом участке ВАХ.

5. Нарисуйте структурную схему и условные обозначения триистора (триистора), назовите его электроды.

6. В чем преимущества триистора (триистора) перед динистором?

7. Какими способами можно перевести тиристор из закрытого в открытое состояние и обратно?

8. Нарисуйте и прокомментируйте ВАХ триистора (триистора). Объясните процесс включения триистора на основе транзисторной схемы замещения.

9. Приведите схемы включения триисторы с управлением по катоду и с управлением по аноду.

10. Нарисуйте на одном графике ВАХ триистора и линию нагрузки. Укажите положение рабочей точки, а так же точки, соответствующие закрытому состоянию триистора в прямом и обратном направлении. Какому состоянию триистора соответствует пересечение

- его ВАХ с линией нагрузки в области отрицательного дифференциального сопротивления?
12. Назовите преимущества и недостатки тиристоров перед биполярными транзисторами.
  13. Назовите основные характеристики тиристоров.

#### Лабораторная работа №5

1. Что такое полевой транзистор? Для чего он предназначен? Какие виды полевых транзисторов существуют?
2. Приведите структуру, условное обозначение и наименование электродов полевого транзистора с управляющим р-n-переходом. Укажите полярность прикладываемых напряжений, объясните принцип его действия.
3. Приведите и прокомментируйте статические характеристики полевых транзисторов с управляющим р-n-переходом.
4. Приведите схемы включения полевых транзисторов, охарактеризуйте каждую из них.
5. Назовите основные параметры полевых транзисторов, раскройте их смысл.
6. Что из себя представляет полевой транзистор с изолированным затвором? Что означают аббревиатуры МДП и МОП?
7. Приведите структуру и условное обозначение МОП-транзистора с индуцированным каналом. Объясните принцип его действия. Приведите и прокомментируйте статические характеристики такого транзистора.
9. Приведите структуру и условное обозначение МОП-транзистора со встроенным каналом. Объясните принцип его действия.
10. Приведите и прокомментируйте статические характеристики (управляющую и выходную) МОП-транзистора со встроенным каналом.
11. Дайте сравнительную характеристику полевых и биполярных транзисторов.

#### Содержание опроса по теме «Элементы цифровых устройств»

1. Назовите способы кодирования двоичных переменных в цифровых устройствах.
2. Сформулируйте принцип совместимости входных и выходных сигналов.
3. Назовите основные особенности ТТЛ и КМОП интегральных микросхем.
4. Приведите схему уровней логических сигналов на выходе и входе цифровых ТТЛ микросхем. Прокомментируйте схему, исходя из принципа совместимости уровней.
5. Приведите пути протекания выходного тока единицы и тока нуля цифровых микросхем. Что понимают под предельной нагрузочной способностью цифровых микросхем?
6. Опишите параметры цифрового импульса. Что такое фронт, спад, полочка импульса? Как определяются длительность фронта, спада и импульса? Проиллюстрируйте описание рисунком.
7. Как определяется время задержки цифровой микросхемы? Проиллюстрируйте описание рисунком.
8. Приведите принципиальную схему базового логического элемента ТТЛ микросхем. Опишите принцип ее работы. Опишите, как ведет себя выходной каскад вентиля ТТЛ в состоянии высокого и низкого уровня.
9. Приведите принципиальную схему базового логического элемента КМОП микросхем. Опишите принцип ее работы.
10. Как зависит ток потребления КМОП микросхемы от частоты? С чем это связано?
11. Как зависит ток покоя биполярных ТТЛ-элементов от их быстродействия?

#### Содержание опроса по теме «Операционный усилитель»

1. Что такое обратная связь? В чем суть отрицательной (ООС) и положительной (ПОС) обратной связи?
2. Раскройте смысл следующих понятий: внутренняя ОС, внешняя ОС, паразитная ОС.

3. Приведите функциональную схему последовательной и параллельной обратной связи. Какое влияние оказывают эти виды ОС на входное сопротивление усилителя?
4. Приведите функциональную схему обратной связи по напряжению и по току в усилителе. Какое влияние оказывают эти виды ОС на выходное сопротивление усилителя?
5. Какое влияние оказывает ООС на параметры усилителя?
6. Что такое операционный усилитель (ОУ)? Каково его назначение?
7. Приведите структурную схему ОУ, объясните назначение блоков структурной схемы.
8. Приведите варианты условного графического изображения ОУ. Укажите выводы ОУ, объясните их назначение. Покажите направления токов и напряжений в ОУ.
9. Перечислите основные характеристики ОУ, раскройте их смысл.
10. Какими правилами необходимо руководствоваться при анализе ОУ, охваченного отрицательной ОС?
11. Нарисуйте схему неинвертирующего включения ОУ. Выведите формулу для расчета коэффициента усиления. Чему равно входное и выходное сопротивление такого усилителя?
12. Нарисуйте схему инвертирующего включения ОУ. Выведите формулу для расчета коэффициента усиления. Чему равно входное и выходное сопротивление такого усилителя?

#### Содержание опроса по теме «Аналоговые компараторы»

1. Что такое аналоговый компаратор? Объясните принцип действия простейшего аналогового компаратора на ОУ. Приведите временные диаграммы входного и выходного напряжения такого компаратора.
2. Приведите схему и передаточную характеристику детектора нулевого уровня на ОУ. Объясните принцип работы схемы и назначение элементов.
3. Приведите упрощенную структурную схему интегрального аналогового компаратора. На какие группы делят интегральные компараторы?
4. Чем различаются однопороговый (без гистерезиса) и двухпороговый (с гистерезисом) компараторы? Приведите и прокомментируйте их передаточные характеристики.
5. Назовите основные статические и динамические характеристики интегральных аналоговых компараторов.
6. Приведите и прокомментируйте переходные характеристики компаратора. Как зависит время задержки распространения от уровня входного сигнала?

#### Варианты практических занятий и работ

1. Применение современных программных средств (Excel, Matchcad, Matlab, Multisim) для расчета и анализа электронных схем.
2. Расчет и наблюдение влияния емкости конденсатора и индуктивности катушки сглаживающего фильтра на коэффициент пульсаций источника питания постоянного тока при заданном сопротивлении нагрузки.
3. Расчет и наблюдение влияния сопротивления нагрузки на коэффициент пульсаций источника питания постоянного при заданных значениях емкости конденсатора и индуктивности катушки сглаживающего фильтра.
4. Расчет усилителя переменного тока на биполярном транзисторе, включенным по схеме с общим эмиттером. Экспериментальное определение основных параметров усилителя.
5. Расчет типовых схем включения ОУ при питании от однополярного источника.
6. Качественная оценка влияния входного напряжения и тока нагрузки на нагрев линейного интегрального стабилизатора напряжения. Приближенный расчет радиаторов для транзисторов и микросхем.
7. Выбор и расчет стабилизатора тока для питания ИСР-датчиков.
8. Расчет ключа на биполярном и МОП-транзисторе.
9. Расчет повторителя напряжения на биполярном транзисторе и ОУ.

## 7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

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

| Структурный элемент компетенции   | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства   |
|---|--|--|
| <b>ПК-4</b> – способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем |  |  |
| Знать:  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные понятия, термины и определения электроники;</li> <li>– принципы действия, разновидности, особенности использования полупроводниковых элементов электронных устройств;</li> <li>– достоинства, возможности и характеристики микроэлектронных изделий;</li> <li>– общие принципы построения и функционирования, схемотехнику типовых аналоговых и цифровых электронных устройств;</li> <li>– содержание методик наладки, настройки, юстировки и опытной проверки электронных узлов, устройств, приборов и систем.</li> </ul> | <p><b>Типовые вопросы к защите тем</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое полупроводниковый диод? Какова его структура и условное обозначение? Как называются электроды полупроводникового диода?</li> <li>2. По каким признакам классифицируются полупроводниковые диоды?</li> <li>3. Нарисуйте ВАХ выпрямительного диода, прокомментируйте ее ход, отметьте характерные точки.</li> <li>4. Перечислите основные статические и динамические характеристики выпрямительных диодов. Раскройте их смысл.</li> <li>5. Перечислите предельные характеристики выпрямительных диодов. Раскройте их смысл.</li> <li>6. В чем преимущество диодов Шоттки перед кремниевыми?</li> <li>7. Что такое стабилитрон? Объясните принцип его работы, назовите основные параметры.</li> <li>8. Назовите основные параметры полевых транзисторов, раскройте их смысл.</li> <li>9. Что из себя представляет полевой транзистор с изолированным затвором? Что означают аббревиатуры МДП и МОП?</li> <li>10. Приведите структуру и условное обозначение МОП-транзистора с индуцированным каналом. Объясните принцип его действия. Приведите и прокомментируйте статические характеристики такого транзистора.</li> <li>11. Приведите структуру и условное обозначение МОП-транзистора со встроенным каналом. Объясните принцип его действия.</li> <li>12. Приведите и прокомментируйте статические характеристики (управляющую и выходную) МОП-транзистора со встроенным каналом.</li> <li>13. Дайте сравнительную характеристику полевых и биполярных транзисторов.</li> <li>14. Операционный усилитель (ОУ): устройство, принцип действия, основные</li> </ol> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   | Оценочные средства   |
|---------------------------------|---|--|
|                                 |   | <p>параметры.</p> <p>15. Инвертирующее и неинвертирующее включение ОУ. Схемы, характеристики, основные расчетные соотношения.</p> <p>16. Дифференциальный (разностный) усилитель на ОУ. Схема, характеристики, основные расчетные соотношения.</p> <p>17. В чем достоинства интегральных микросхем перед аналогичными функциональными устройствами, построенными на дискретных элементах?</p> <p>18. Укажите назначение стабилизатора напряжения и стабилизатора тока, их основные отличия.</p> <p>19. Перечислите основные параметры стабилизатора напряжения.</p> <p>20. Приведите схему параметрического стабилизатора напряжения со стабилитроном в качестве источника опорного напряжения.</p> <p><b>Типовое задание</b></p> <p>Приведите принципиальные схемы параметрического стабилизатора на дискретных элементах и на интегральной микросхеме*. Проведите сравнительный анализ схем. Укажите порядок настройки требуемого выходного напряжения для обоих случаев.</p> <p>*Параметры задаются преподавателем.</p> |
| Уметь:                          | <p>– выделять значимые факторы, влияющие на качество и надежность функционирования электронных узлов, устройств, приборов и систем;</p> <p>– применять знания в области электроники для наладки, настройки, юстировки и опытной проверки электронных измерительных приборов и систем.</p> | <p><b>Типовое задание</b></p> <p>На рисунке показана принципиальная схема преобразователя приращения сопротивления в напряжение медного терморезистора градуировки 100М при изменении его температуры в диапазоне <math>-50...+50^{\circ}\text{C}</math> в ток с четырехпроводной линией связи.</p> <p>Оцените влияние коэффициента передачи тока <math>\beta</math> транзисторов VT1 и VT2 на точность преобразования сопротивления в напряжение.</p> <p>Приведите порядок настройки и калибровки схемы для получения в нагрузке 0,5...2 кОм стабильных токов в диапазоне <math>-5...+5</math> мА, соответствующих измеряемой температуре.</p>  |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  | Оценочные средства  |
|---------------------------------|--|---|
|                                 |  |   |
| <p>Владеть:</p>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками построения принципиальных схем электронных устройств и их монтажа, анализа существующих электронных схем;</li> <li>– практическими навыками наладки, настройки, юстировки и опытной проверки электронных устройств.</li> </ul> | <p><b>Примеры типовых заданий к зачету</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создайте принципиальную схему усилителя переменного тока звуковой частоты (0,02...20 кГц) на базе мощного ОУ. Усилитель должен обеспечивать ток нагрузки не менее 1 А при работе на нагрузку с активным сопротивлением 10 Ом. Питание – от однополярного источника. Выберите тип и схему включения ОУ. Рассчитайте номиналы электронных элементов, обеспечивающие требуемую полосу пропускания и регулируемый коэффициент усиления 2...10. Рассчитайте минимально необходимое значение напряжения источника питания. Рассчитайте выпрямитель, емкостной фильтр и стабилизатор напряжения обеспечивающие требуемую мощность и коэффициент пульсаций не более 0,2%.</li> <li>2. На стенде смонтирована схема электронного узла* с ошибками монтажа. Найдите ошибки, настройте схему, обеспечьте её работоспособность.</li> <li>3. На стенде смонтирована схема электронного узла* с заведомо неисправным элементом. Используя доступную измерительную аппаратуру, идентифицируйте неисправность. Замените неисправный элемент на аналог, настройте схему, обеспечьте её работоспособность.</li> </ol> <p>*Схема узла задается преподавателем</p> |



[D0%BB%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%BC%201%2813%29%20%D0%B8%20%2814%29.djvu?forcedownload=1](#) (дата обращения: 16.04.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### 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 Office 2007 Professional               | №135 от 17.09.2007         | бессрочно              |
| 7Zip                                      | свободно распространяемое- | бессрочно              |
| NI MultiSim Education                     | К-68-08 от 29.05.2008      | бессрочно              |
| MathCAD v.15 Education University Edition | Д-1662-13 от 22.11.2013    | бессрочно              |
| Adobe Reader                              | свободно распространяемое- | бессрочно              |
| Браузер Mozilla Firefox                   | свободно распространяемое- | бессрочно              |

##### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса   | Ссылка  |
|--|---|
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>      |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                          |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ - им. Г.И. Носова  | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a> |

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории      | Оснащение аудитории   |
|-------------------------------|---|
| Лекционная аудитория 388, 394 | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации   |
| Лабораторная аудитория 179    | Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: многофункциональный лабораторный стенд; двухканальный осциллограф GOS620; мультиметры цифровые APPA-102; многопредельный магазин сопротивлений; многопредельный магазин емкостей; многопредельный магазин индуктивностей; генератор многофункциональный; регулируемый источник питания постоянного тока; регулируемый источник питания переменного тока. |
| Лабораторная аудитория 193    | Узлы и элементы радиотехнических  |

| Тип и название аудитории   | Оснащение аудитории  |
|--|--|
|  | <p>устройств: аналоговый вольтметр; многопределный аналоговый милливольтметр; аналоговый амперметр; многопределный аналоговый миллиамперметр; мультиметр аналоговый; измерительный мост постоянного тока; измерительный мост переменного тока; усилитель низкочастотный; частотомер.</p> <p>Инструменты и приборы: паяльная станция и расходные материалы для пайки; осциллограф аналоговый двухканальный GOS620FG; осциллограф цифровой двухканальный DSO2020; генератор многофункциональный; лабораторный автотрансформатор.</p> |
| Межкафедральная лабораторная аудитория 454   | Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: многофункциональный лабораторный стенд «Физические основы электроники»; многофункциональный лабораторный стенд «Электроника»; двухканальный осциллограф GOS620; мультиметр; лабораторная установка для изучения активных фильтров.  |
| Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации                                  | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет  |
| Учебные аудитории 182, 188,  | Доска, мультимедийный проектор, экран.   |
| Аудитории для самостоятельной работы студентов в Интернет с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. | Компьютерные классы, включающие персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab; читальные залы библиотеки  |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования  | Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.  |