

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета  В.А. Небольсин

«14» апреля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
дисциплины (модуля)  
«Электроника»**

**Специальность** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

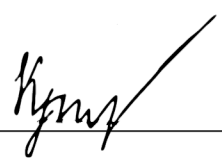
**Направленность** Интеллектуальные программно-аппаратные системы и комплексы

**Квалификация выпускника** Инженер

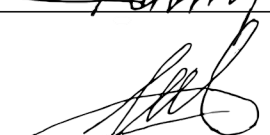
**Нормативный период обучения** 5,5 лет

**Форма обучения** Очная

**Год начала подготовки** 2025 г.

Автор программы  /Краснов Р.П./

Заведующий кафедрой  / Останков А.В./

Руководитель ОПОП  /Журавлёв Д.В./

**Воронеж 2025**

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

Цель преподавания дисциплины – обеспечение студентов базовыми знаниями, навыками и представлениями в области электронной техники.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

Для достижения цели ставятся задачи:

1.2.1. Изучение элементной базы современной радиоэлектроники и основных направлений ее развития.

1.2.2. Ознакомление с характеристиками радиокомпонентов РЭА, электронных приборов и интегральных микросхем.

1.2.3. Получение навыка правильного выбора схемотехнических решений при разработке радиоэлектронной аппаратуры.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина (модуль) «Электроника» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электроника» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-3 – Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий.

| Код компетенции | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                    |
|-----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3           | <i>Знает</i> основные типы активных элементов, их модели и способы количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах |
|                 | <i>Умеет</i> выбирать проектные решения для данных технического задания                                                                              |
|                 | <i>Владеет</i> приемами использования современной элементной базы                                                                                    |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Электроника» составляет 4 зачетных(е) единиц(ы).

4

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

| Вид учебной работы                                             | Всего часов | Семестры    |     |  |
|----------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-----|--|
|                                                                |             | 4           |     |  |
| <b>Аудиторные занятия</b>                                      | 52          | 52          |     |  |
| В том числе:                                                   |             |             |     |  |
| Лекции                                                         | 18          | 18          |     |  |
| Практические занятия (ПЗ)                                      |             | -           |     |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                                       | 34          | 34          |     |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                                  | 92          | 92          |     |  |
| Часы на контроль                                               |             |             |     |  |
| Курсовой проект (работа) (есть, нет)                           | нет         | нет         |     |  |
| Контрольная работа (есть, нет)                                 | нет         | нет         |     |  |
| Вид промежуточной аттестации (зачет, зачет с оценкой, экзамен) |             | Зачет с оц. |     |  |
| Общая трудоемкость                                             | час         | 144         | 144 |  |
|                                                                | зач. ед.    | 4           | 4   |  |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1. Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п            | Наименование темы             | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Лекц      | Прак зан. | Лаб. зан. | СРС       | Всего, час |
|------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>4 семестр</b> |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>18</b> | <b>-</b>  | <b>34</b> | <b>92</b> | <b>144</b> |
| 1                | Полупроводниковая электроника | <p>Полупроводниковые биполярные транзисторы. Устройство и принцип действия. Режимы работы. Схемы включения. Дифференциальные параметры. Транзистор как четырехполюсник. Статические вольтамперные характеристики. Режим покоя. Цепи смещения. Параметры усилительного каскада. Обратная связь. Виды обратной связи.</p> <p>Виды усилительных каскадов. Каскад с ОЭ. Каскад с ОБ. Каскад с ОК.</p> <p>Полевые транзисторы. ПТ с управляющим <i>pn</i>-переходом. Параметры ПТ. Схема включения с ОИ. Схема включения с ОС. МДП-транзисторы. МДП-транзистор с индуцированным каналом. МДП-транзистор со встроенным каналом. Операционные усилители. Внутренняя структура ОУ. Схемы включения ОУ: дифференциальное включение, инвертирующее включение, неинвертирующее включение.</p> <p>Диодные и транзисторные тиристоры. Симметричные тиристоры.</p> | 11        | -         | 18        | 18        | 47         |
| 2                | Интегральная электроника      | <p>Основные понятия. Гибридные ИМС. Полупроводниковые ИМС. Биполярные и МДП- интегральные транзисторы</p> <p>Базовые технологические операции: эпитаксия, легирование, осаждение пленок, травление, литография. Технологии изготовления ИМС, технологии формирования транзисторов.</p> <p>Стандарты цифровой логики.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2         | -         | 16        | 18        | 38         |

|   |                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |           |   |           |           |            |
|---|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---|-----------|-----------|------------|
|   |                       | Базовые логические элементы ТТЛ, ЭСЛ, n-МДП, КМОП.                                                                                                                                                                                                                                                      |           |   |           |           |            |
| 3 | Вакуумная электроника | Общие принципы функционирования элементов вакуумной электроники. Вакуумный диод. Виды накала. Особенности построения схем с применением элементов вакуумной электроники. Вакуумный триод. ВАХ, параметры, схемы включения. Вакуумный тетрод, пентод. Схемы включения, работа с дополнительными сетками. | 2         |   | -         | 18        | 20         |
| 4 | Акустоэлектроника     | Пьезоэлектрические преобразователи. Отражатели объемных волн. Акустические волноводы. Концентраторы. Кварцевые резонаторы                                                                                                                                                                               | 1         | - | -         | 18        | 19         |
| 5 | Оптоэлектроника       | Оптоэлектроника. Полупроводниковые лазеры. Инжекционные лазеры. Полупроводниковый лазер с электронной накачкой. СИД. Приемники излучения. Фоторезисторы. Фотодиоды. <i>p-i-n</i> фотодиоды. Лавинные фотодиоды. Фототранзисторы. Фоточувствительные приборы с зарядовой связью. Оптроны.                | 2         | - | -         | 20        | 20         |
|   |                       | Контроль                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |   |           |           |            |
|   |                       | <b>Итого</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>18</b> |   | <b>34</b> | <b>92</b> | <b>144</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

| Неделя семестра  | Наименование лабораторной работы                                                                               |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4 семестр</b> |                                                                                                                |
| 1-3              | Исследование статических характеристик биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером                       |
| 4-6              | Исследование статических характеристик полевого транзистора с управляющим рп-переходом в схеме с общим истоком |
| 7-9              | Исследование статических характеристик МДП-транзистора в схеме с общим истоком                                 |
| 10-12            | Исследование каскадов с применением операционных усилителей                                                    |
| 13-15            | Исследование работы логического элемента ТТЛ                                                                   |
| 16-18            | Исследование работы универсального логического элемента КМОП                                                   |
| 18               | Завершающее занятие для завершения защиты результатов исследований                                             |

## 6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Учебным планом по дисциплине «Электроника» не предусмотрено выполнение курсового проекта (работы).

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

### 7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                             | Критерии оценивания                                                                                                       | Аттестован                                                                                                                 | Не аттестован                                                                                                            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3       | Знает основные типы активных элементов, их модели и способы количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах | Знание учебного материала и готовность к его обсуждению и применению в рамках выполнения заданий на практических занятиях | Готовность представить аргументированные рассуждения в области принципов функционирования основных электронных компонентов | Неспособность представить аргументированные рассуждения, относящиеся к функционированию основных электронных компонентов |
|             | Умеет выбирать проектные решения для данных технического задания                                                                              | Решение стандартных практических задач в соответствии с индивидуальным вариантом задания                                  | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах                                                              | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах                                                          |
|             | Владеет приемами использования современной элементной базы                                                                                    | Решение прикладных задач из области электронной техники                                                                   | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах                                                              | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах                                                          |

#### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                             | Критерии оценивания                                                                                                                | Отлично                                                                                                                                                                                                                                                  | Хорошо                                                                                                                                                                                                                                                     | Удовл                                                                                                                                                                                                                                | Неудовл                                                                                                                                                                   |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-3       | Знает основные типы активных элементов, их модели и способы количественного описания при использовании в радиотехнических цепях и устройствах | Знание учебного материала и готовность к его изложению на зачете и применению в рамках выполнения заданий на лабораторных занятиях | Студент демонстрирует полное понимание учебного материала, ярко выраженную способность самостоятельно использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене | Студент демонстрирует понимание большей части учебного материала, способность при незначительной помощи использовать знания, умения и навыки в процессе выполнения практических и лабораторных занятий, а также при решении практических задач на экзамене | Студент демонстрирует частичное понимание материала, способность при получении помощи к выполнению практических и лабораторных занятий. Попытки самостоятельного решения практических задач демонстрируют нестабильность результатов | Студент демонстрирует незначительное понимание материала, непонимание заданий. Попытки самостоятельного решения практических задач оказываются у него малорезультативными |
|             | Умеет выбирать проектные решения для данных технического задания                                                                              | Умение использовать учебный материал при выполнении практических расчетов, проведении лабораторных работ и на зачете               |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                           |
|             | Владеет приемами использования современной элементной базы                                                                                    | Применение методов расчета параметров простейших устройств в рамках лабораторных занятий и на зачете                               |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                           |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1 Биполярный транзистор это:

- А – полупроводниковый прибор с двумя взаимодействующими рп - переходами
- В – полупроводниковый прибор с двумя рп и одним рп - переходом
- С – полупроводниковый прибор с одним рп и двумя рп - переходами
- Д – полупроводниковый прибор с переходом металл-полупроводник

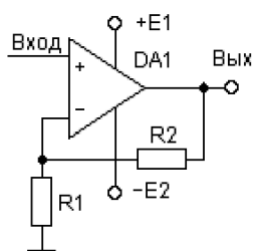
2 Полевой транзистор имеет следующие выводы:

- А – база, исток, затвор
- В – коллектор, сток, база
- С – база, эмиттер, исток
- Д – сток, исток, затвор

3 Входная характеристика биполярного транзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, описывается функцией

- А –  $I_{\delta} = f(U_{кз}) \text{ при } U_{кз} = const$
- В –  $I_{к} = f(U_{кз}) \text{ при } I_{\delta} = const$
- С –  $I_{з} = f(U_{з\delta}) \text{ при } U_{к\delta} = const$
- Д –  $I_{к} = f(U_{к\delta}) \text{ при } I_{з} = const$

4 На рисунке изображен ОУ, включенный по схеме:

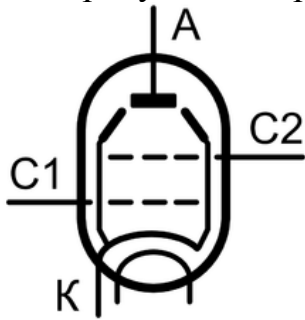


- А – интегратора
- В – дифференциатора
- С – инвертирующего усилителя
- Д – неинвертирующего усилителя

5 Какой вид отрицательной обратной связи используется в типовой схеме включения ОУ?

- А – последовательная по току
- В – последовательная по напряжению
- С – параллельная по току
- Д – параллельная по напряжению

6 На рисунке изображен



A – триод

B – тетрод

C – лучевой тетрод

D – пентод

7 Свойства акустических волн, обуславливающие их применение в радиотехнике и электронике – это:

A – Относительно низкая скорость распространения, простота и высокая эффективность возбуждения в пьезоэлектрических материалах

B – Высокая скорость распространения, быстрое затухание

C – Простота и высокая эффективность возбуждения в пьезоэлектрических материалах, низкая частота

D – Высокая частота, высокая скорость распространения

8 Акустическая волна на объемных волнах возбуждается:

A – Во входном пьезопреобразователе при подаче на вход переменного напряжения

B – Движением электронов в звукопроводе

C – Встречно-штырьевым преобразователем

D – Разностью потенциалов на границе пьезоэлектрика и полупроводника

9 Оптроны или оптронные пары служат:

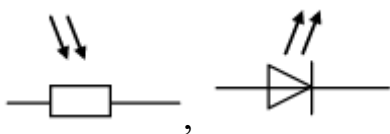
A – для гальванической развязки цепей передачи данных или для коммутации в цепях управления

B – для связи цепей переменного и постоянного тока

C – для связи высоковольтных цепей

D – для фильтрации помех

10 Элементы оптоэлектроники имеют следующие условно графические обозначения на принципиальных схемах. Определите правильное соответствие



A – фоторезистор, фотодиод

B – фоторезистор, светодиод

C – фотодиод, фоторезистор

D – светодиод фоторезистор

**11** Если на выходе операционного усилителя при отсутствии входного сигнала присутствует ненулевое напряжение, его называют

A – нулевым сигналом

B – выходным напряжением

C – напряжением смещения нуля

D – выходным током

**12** В каком режиме должен находиться транзистор, чтобы по выходной ВАХ можно было определить параметр  $h_{21}$ ?

A – в активном

B – в отсечке

C – в насыщенном

D – в режиме пробоя

**13** Коэффициент усиления по напряжению, выраженный в децибелах, определяется по формуле

A –  $U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}}$

B –  $20 \lg(U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}})$

C –  $10 \lg(U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}})$

D –  $\ln(U_{\text{ВЫХ}} / U_{\text{ВХ}})$

**14** Лавинный пробой – это:

A – электрический пробой, возникающий при высоком напряжении обратно смещенного перехода

B – электрический пробой, возникающий при высоком напряжении прямо смещенного перехода

C – электрический пробой, возникающий при низком напряжении обратно смещенного перехода

D – электрический пробой, возникающий при низком напряжении прямо смещенного перехода

**15** Эффект Миллера заключается в

A – увеличении коэффициента усиления усиливающего элемента

B – увеличении эквивалентной емкости усилительного элемента

C – расширении динамического диапазона выходного сигнала

D – нагревании усилительного элемента

## **7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач**

**1** Введение отрицательной обратной связи в усилителе приводит к...

A – увеличению коэффициента усиления

- В – уменьшению коэффициента усиления
- С – сужению полосы усиления
- Д – увеличению собственных шумов

**2** Выражение  $K_u = -R_2/R_1$  описывает коэффициент усиления....

- А – инвертирующего каскада ОУ
- В – неинвертирующего каскада ОУ
- С – повторителя на ОУ
- Д – интегратора на ОУ

**3** Выражение  $K_u = 1+R_2/R_1$  описывает коэффициент усиления....

- А – инвертирующего каскада ОУ
- В – неинвертирующего каскада ОУ
- С – повторителя на ОУ
- Д – интегратора на ОУ

**4** Типовое напряжение питания цифровых интегральных схем ТТЛ составляет

- А – 3 В
- В – 5 В
- С – 12 В
- Д – 14 В

**5** Наибольшим быстродействием обладают логические элементы

- А – ДТЛ типа
- В – ЭСЛ типа
- С – КМОП типа
- Д – ТТЛ типа

**6** Пороговым уровнем ТТЛ-выхода является напряжение...

- А – 0,5 В
- В – 1 В
- С – 1,2 В
- Д – 2,5 В

**7** Динистор - это полупроводниковый прибор, который имеет в своем составе:

- А – анод
- В – управляющий электрод
- С – затвор
- Д – базу

**8** Тринистор - это полупроводниковый прибор, который имеет в своем составе:

- А – эмиттер
- В – управляющий электрод
- С – затвор
- Д – базу

**9** Тиристор – это полупроводниковый радиоэлемент, выполняющий функцию, аналогичную

A – транзистору

B – реле

C – операционному усилителю

D – стабилитрону

**10** При росте тока управляющего вывода тринистора...

A – Пороговое напряжение растет, ток удержания увеличивается

B – Пороговое напряжение снижается, ток удержания увеличивается

C – Пороговое напряжение растет, ток удержания уменьшается

D – Пороговое напряжение снижается, ток удержания уменьшается

### **7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач**

**1** Что из перечисленных тиристоров имеет симметричную ВАХ?

A – Динистор

B – Симистор

C – Тринистор

D – Диак

**2** Свойства акустических волн, обуславливающие их применение в радиотехнике и электронике – это:

A – Относительно низкая скорость распространения, простота и высокая эффективность возбуждения в пьезоэлектрических материалах

B – Высокая скорость распространения, быстрое затухание

C – Низкая частота, низкая скорость распространения

D – Высокая частота, высокая скорость распространения

**3** Явление прямого пьезоэффекта заключается в:

A – Усилении акустической волны сверхзвуковым дрейфовым потоком электронов

B – Электронном поглощении

C – Изменении геометрических размеров кристалла при приложении к нему разности потенциалов

D – Возникновении разности потенциалов при геометрическом сжатии кристалла

**4** Явление обратного пьезоэффекта заключается в:

A – Усилении акустической волны сверхзвуковым дрейфовым потоком электронов

B – Электронном поглощении

C – Изменении геометрических размеров кристалла при приложении к нему разности потенциалов

D – Возникновении разности потенциалов при геометрическом сжатии кристалла

**5** Кварцевые резонаторы в работе используют...

A – Прямой пьезоэффект

B – Обратный пьезоэффект

C – Эффект механического резонанса

D – Туннельный эффект

**6** Кварцевые резонаторы применяют в качестве...

A – автогенераторов

B – стабилизаторов частоты

C – колебательных контуров

D – усилителей

**7** Акустическая волна на объемных волнах возбуждается:

A – Во входном пьезопреобразователе при подаче на вход переменного напряжения

B – Движением электронов в звукопроводе

C – Встречно-штырьевым преобразователем

D – Разностью потенциалов на границе пьезоэлектрика и полупроводника

**8** В качестве фототранзисторов обычно применяют

A – биполярные транзисторы

B – МДП транзисторы

C – полевые транзисторы с управляющим рп-переходом

D – униполярные транзисторы

**9** Оптроны служат...

A – для гальванической развязки цепей передачи данных или для коммутации в цепях управления

B – для связи цепей переменного и постоянного тока

C – для связи высоковольтных цепей

D – для фильтрации помех

**10** Под действием падающего излучения сопротивление фоторезистора...

A – увеличивается

B – уменьшается

C – не изменяется

## 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

### 4 семестр

1. Полупроводники и их свойства. Типы полупроводников.
2. рп-переход. Равновесное, прямое и обратное включение.
3. Выпрямительный, импульсный диод. Принцип работы, ВАХ.
4. Пробой в полупроводнике. Виды пробоев. Стабилитрон.
5. Емкости рп-перехода. Варикап.
6. Биполярные транзисторы ррр и рnp-типа. Схемы включения. Вольтамперные характеристики.
7. Дифференциальные ( $h$ ) параметры биполярных транзисторов. Режимы и классы работы. Понятие смещения.
8. Цепи смещения биполярных транзисторов.
9. Цепи стабилизации биполярных транзисторов.
10. Принцип работы электронных усилителей. Усилительный каскад по схеме с ОЭ.
11. Полевые транзисторы с управляющим рп-переходом. Статические характеристики, параметры.
12. Схемы включения полевых транзисторов с управляющим рп-переходом.
13. Цепи смещения в каскаде на ПТ с управляющим рп-переходом.
14. Усилительный каскад на ПТ с управляющим рп-переходом.
15. МДП транзисторы с индуцированным каналом.
16. МДП транзисторы со встроенными каналами.
17. Параметры усилительных каскадов. Виды обратных связей. Коэффициент передачи усилителя с обратной связью.
18. Операционные усилители. Структурная схема. Принцип работы дифференциального каскада. Обозначение операционных усилителей.
19. Схемы включения операционных усилителей: инвертирующая, неинвертирующая.
20. Гибридные и пленочные интегральные схемы.
21. Полупроводниковые интегральные схемы. Методы создания радиоэлементов.
22. Электронные ключи на биполярных транзисторах.
23. Электронные ключи на полевых транзисторах.
24. Цифровые логические элементы.
25. Стандарты цифровой логики. Параметры цифровых сигналов.
26. Базовые логические элементы: ТТЛ.
27. Технологии ТТЛ: триггер Шмитта, выход с открытым коллектором, тристабильный выход.
28. Базовые логические элементы: ЭСЛ.
29. Базовые логические элементы: однотипные МДП-транзисторы.
30. Базовые логические элементы: КМОП.

31. Принципы работы приборов вакуумной электроники. Электронная эмиссия.
32. Вакуумный диод. Накал.
33. Цепи накала электронных ламп.
34. Вакуумный триод: принцип работы, статические и динамические характеристики, ВАХ.
35. Схемы включения вакуумного триода.
36. Усилительный каскад на ламповом триоде.
37. Вакуумный тетрод: принцип работы, ВАХ, особенности работы. Динатронный эффект.
38. Лучевой тетрод: принцип работы, ВАХ, особенности работы.
39. Вакуумный пентод: принцип работы, ВАХ, схемы включения.
40. Акустоэлектроника. Линии задержки на объемных кристаллах.
41. Акустоэлектроника. Встречно-штыревые преобразователи ПАВ, ПАВ-фильтры.
42. Акустоэлектроника. Пьезоизлучатели. Кварцевые резонаторы.
43. Оптоэлектроника. Принципы генерации оптического излучения. Светоизлучающие диоды.
44. Фотодиоды, pin-фотодиоды.
45. Фоторезисторы, фототранзисторы

### 7.2.3 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрены

### 7.2.4 Паспорт оценочных материалов

| №<br>п/п | Контролируемые разделы<br>(темы) дисциплины | Код контролируемой<br>компетенции | Наименование<br>оценочного<br>средства |
|----------|---------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
| 1        | Полупроводниковая<br>электроника            | ОПК-3                             | Устный опрос,<br>зачет                 |
| 2        | Интегральная электроника                    | ОПК-3                             | Устный опрос,<br>зачет                 |
| 3        | Вакуумная электроника                       | ОПК-3                             | Устный опрос,<br>зачет                 |
| 4        | Акустоэлектроника                           | ОПК-3                             | Устный опрос,<br>зачет                 |
| 5        | Оптоэлектроника                             | ОПК-3                             | Устный опрос,<br>зачет                 |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

При преподавании дисциплины «Электроника» в качестве формы оценки знаний студентов используются формы устного опроса при защите лабораторных работ и задания на зачет на бумажном носителе.

Задания к зачету включают два теоретических вопроса, относящихся к области знаний, определяемой перечнем вопросов к зачету (см. п. 7.2.2).

При проведении зачета с оценкой разрешается использование:

- конспектов лекций;
- учебной литературы в бумажной форме.

Использование мобильных телефонов, планшетов, ноутбуков и/или иных устройств, предоставляющих беспроводную связь, не допускается.

Время подготовки к ответу по заданию составляет 30...45 мин. Затем осуществляется проверка уровня подготовки в ходе устной беседы с экзаменатором, на которую отводится до 15 минут, и выставляется оценка в соответствии с требованиями из п. 7.1.2.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1 Кучумов, А.И. Электроника и схемотехника / А.И. Кучумов. – М.: Гелиос АРВ, 2005. – 336 с.

2 Петров, К.С. Радиоматериалы, радиокомпоненты и электроника / К.С. Петров. – СПб.: Питер, 2003. – 506 с.

3 Краснов, Р.П. Основы электроники / Р.П. Краснов, Б.В. Матвеев. – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2013. 165 с.

4 Миловзоров, О.В. Электроника / О.В. Миловзоров, И.Г. Панков. – М.: Высшая школа, 2006. – 288 с.

5 Гусев, В.Г. Электроника и микропроцессорная техника / В.Г. Гусев. – М.: Высшая школа, 2005. – 396 с.

6 Методические указания к лабораторным работам 1-4 по курсу «Электроника» для студентов направления 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (направленность «Радиоэлектронные системы передачи информации») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Р.П. Краснов. Воронеж, 2017. 30 с.

7 Методические указания к лабораторным работам 5-8 по курсу «Электроника» для студентов направления 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» (направленность «Радиоэлектронные системы передачи информации») очной и заочной форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. Р.П. Краснов. Воронеж, 2017. 37 с.

### **8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Цифровой образовательный ресурс — библиотечная система  
<https://www.iprbookshop.ru/>

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Лаборатория № 210, оснащенная лабораторными стендами «Электронные приборы» для проведения лабораторных работ

### 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине Б «Электроника» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные занятия проводятся путем макетирования измерительных схем. Они направлены на получение навыков снятия основных видов характеристик активных электронных компонентов цепей.

Большое значение по закреплению и совершенствованию знаний имеет самостоятельная работа студентов. Информацию о всех видах самостоятельной работы студенты получают на занятиях.

Контроль усвоения материала дисциплины производится устным опросом при защите результатов лабораторных работ. Освоение дисциплины оценивается на зачете (3 семестр) и зачете с оценкой (4 семестр).

| Вид учебных занятий    | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция                 | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью словарей и справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции, практическом или лабораторном занятии. |
| Практические занятия   | Не предусмотрены                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Лабораторные занятия   | Работа с конспектом лекций, просмотр рекомендуемой литературы. Изучение теоретических материалов и подготовка домашних заданий к лабораторным работам. Выполнение лабораторных измерений, расчет параметров элементов по полученным результатам.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Самостоятельная работа | Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"><li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li><li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li><li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li><li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li></ul>                                                                                                                                                              |

|                       |                                                                                                                                                              |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       | - подготовка к промежуточной аттестации.                                                                                                                     |
| Подготовка к зачету   | При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и результаты расчетов, полученных на лабораторных занятиях. |
| Подготовка к экзамену | Не предусмотрено                                                                                                                                             |

При наличии среди обучающихся студентов-инвалидов и лиц с ОВЗ особенности изучения ими дисциплины согласуются с преподавателем в индивидуальном порядке.

### Лист регистрации изменений

| №<br>п/п | Перечень вносимых изменений | Дата<br>внесения<br>изменений | Подпись<br>заведующего<br>кафедрой,<br>ответственной за<br>реализацию ОПОП |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
|          |                             |                               |                                                                            |
|          |                             |                               |                                                                            |