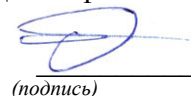


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**  
Кафедра интеллектуальных информационных радиофизических систем

УТВЕРЖДАЮ

Декан физического факультета

  
(подпись)

И.С. Огнев

«23» мая 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Электроника»**

Направление подготовки  
11.03.01 Радиотехника

Направленность (профиль)  
«00 Радиотехника»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «17» апреля 2023 года, протокол № 8

Программа одобрена НМК  
физического факультета  
протокол № 5 от «25» апреля 2023 года

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью данной учебной дисциплины является изучение студентами физических эффектов и процессов, лежащих в основе принципов действия элементной базы приборов и схем простейших усилительных каскадов.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина является обязательной дисциплиной и относится к обязательной части Блока 1 и входит в модуль «Схемотехника».

Она основывается на знаниях разделов физики, использует аппарат математики.

Полученные в курсе «Электроника» знания необходимы для изучения последующих дисциплин Блока 1, а также при прохождении практик и подготовке выпускной квалификационной работы.

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесённые с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ОП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-1. Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач.	<b>Знать:</b> – принцип действия, характеристики, параметры полупроводниковых, электровакуумных и оптоэлектронных приборов, используемых в радиотехнике; – принципы расчета и параметры простейших усилительных каскадов. <b>Уметь:</b> – выполнять расчеты, связанные с выбором режимов работы и определением параметров основных усилительных каскадов; <b>Владеть навыками:</b> – работы с простейшими системами компьютерного моделирования в электронике.
	ИД-ОПК-1.2 Применяет математический аппарат, физические законы и теории для решения прикладных и теоретических задач.	<b>Знать:</b> – основные методики определения характеристик элементной базы и усилительных устройств электроники. <b>Уметь:</b> – проводить компьютерный

		<p>эксперимент по определению основных характеристик заданных электронных устройств.</p> <p>– проводить аппаратный эксперимент по определению основных характеристик заданных электронных устройств;</p> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <p>– работы с измерительной аппаратурой.</p>
--	--	---

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Краткие сведения из физики полупроводников	3	6					1	Задание для самостоятельной работы
2	Диоды	3	13			2		3	Задание для самостоятельной работы, Тест "Типы диодов"
3	Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением. Разновидности диодов	3	4					1	Задание для самостоятельной работы
4	Биполярные и униполярные транзисторы	3	15			2		4	Задание для самостоятельной работы
5	Оптоэлектронные приборы	3	4			1		2	Задание для самостоятельной работы
6	Электроракуумные приборы	3	6					1	Задание для самостоятельной работы
7	Введение в аналоговую микросхемотехнику	3	3					1	Задание для самостоятельной работы
	Промежуточная аттестация						0,3	2,7	Зачет
	Всего за 3 семестр		51			5	0,3	15,7	
8	Принципы задания и обеспечения рабочей точки транзистора	4	4	2				1	Задание для самостоятельной работы
9	Усилительные каскады ОЭ, ОБ, ОК.	4	10	10		3		6	Задание для самостоятельной работы

10	Фазоинверсный каскад	4	1					3	Задание для самостоятельной работы
11	Диоды и транзисторы	4		4	18	2		4	Сдача лабораторных работ
12	Усилительные каскады на униполярных транзисторах	4	2	2				2	Задания для самостоятельной работы
	Промежуточная аттестация					2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>Всего за 4 семестр</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>0,5</b>	<b>49,5</b>	
	<b>Всего</b>		<b>68</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>0,8</b>	<b>65,2</b>	

#### Содержание разделов дисциплины:

### 1. Краткие сведения из физики полупроводников.

1.1 Зонная модель твердых тел. Классификация твердых тел. Кристаллическая решетка полупроводников. Собственный полупроводник. Энергетическая (зонная) диаграмма собственного полупроводника. Электроны и дырки. Примесные полупроводники. Зонные диаграммы, уровни доноров и акцепторов. Концентрации носителей заряда в полупроводниках.

Генерация и рекомбинация носителей. Условие электрической нейтральности. Уровень Ферми. Положение уровня Ферми на зонных диаграммах собственного полупроводника и полупроводников с проводимостью n- и p-типа. Распределение носителей в зонах по энергетическим уровням. Неравновесные носители заряда. Рекомбинация носителей. Время жизни неравновесных носителей. Механизмы рекомбинации, межзонная и ступенчатая рекомбинация через центры рекомбинации (ловушки). Поверхностная рекомбинация. Эффективное время жизни. Движение носителей в электрическом поле.

### 2. Диоды

#### 2.1 P-n- переход.

Физические процессы при идеализированном контакте полупроводников n- и p-типа с одинаковой шириной запрещенной зоны. Прямое и обратное включение. Вольт – амперная характеристика (ВАХ) идеализированного перехода и ее уравнение. Зависимость ВАХ от температуры. Параметры p-n-перехода и его электрическая модель. Отличие реальных электронно-дырочных переходов от идеализированных. Учет электрического (лавинного, туннельного) и теплового пробоев при обратном включении перехода и коррекция математического описания ВАХ.

#### 2.2. Физические процессы при контакте металл-полупроводник.

Разновидности контактов в полупроводниковой электронике. Зонные диаграммы металла и полупроводника до контакта и структуры после контакта в состоянии равновесия. ВАХ. Выпрямляющий и омический контакты.

### 3 Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением.

#### Разновидности полупроводниковых диодов.

Выпрямительные и импульсные диоды. Диоды для усиления и генерации СВЧ сигналов. Диоды Шоттки, Ганна, туннельные, варикапы. Динисторы, тринисторы, p-i-n-диоды. Стабилитроны и стабилитроны. Фотодиоды, светодиоды, полупроводниковые квантовые генераторы. Магнитодиоды Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением

### 4. Биполярные и полевые транзисторы.

4.1 Физические процессы в структуре с двумя взаимодействующими переходами. Варианты полярностей напряжения на переходах. Схемы включения с общей базой, общим эмиттером и общим коллектором. Статическая модель Эберса - Молла. Идеализированные характеристики. Эффект модуляции толщины базовой области

(эффект Эрли). Эквивалентные схемы транзисторов для разных схем включения. Зависимость параметров транзистора от режима и температуры.

#### **4.2 Униполярные транзисторы.**

Физические процессы в структуре металл – диэлектрик - полупроводник МДП - транзистор со встроенным и индуцированным каналом. статические ВАХ, параметры. Полупроводниковые приборы с отрицательным сопротивлением

#### **5.Оптоэлектронные приборы.**

Поглощение света. Внутренний фотоэффект. Фотоэлектродвижущие силы. ЭДС Дембера. Объёмная ЭДС. Вентильная фото-ЭДС. Фотоэлементы на гетеропереходах.

#### **6. Электровакуумные приборы.**

Основы эмиссионной электроники.Термоэлектронная эмиссия. Электростатическая эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Физические процессы в газоразрядных приборах. Принцип электростатического управления плотностью электронного потока в электронных лампах. Электронно-лучевая трубка.

#### **7. Введение в аналоговую микросхемотехнику. Технологические основы интегральных схем**

#### **8. Принципы задания и обеспечения рабочей точки транзистора**

Статический режим усилительного каскада: выбор рабочей точки; стабильность рабочей точки; температурная стабильность типовых схем усилительных каскадов. Расчет каскадов по постоянному току.

#### **9. Усилительные каскады ОЭ, ОБ, ОК.**

9.1 Усилители с емкостной связью каскадов. Каскад ОЭ в области средних частот, параметры без учета и с учетом внутренней обратной связи, учет дифференциального сопротивления коллекторного перехода. Каскад в области малых частот и больших времен. Каскад в области больших частот и малых времен. Коррекция в усилителях. Добротность каскада.

9.2 Каскад с эмиттерным входом.

9.3 Эмиттерный повторитель.

#### **10. Фазоинверсный каскад.**

#### **11. Диоды и транзисторы: лабораторный практикум**

#### **12. Усилительные каскады на униполярных транзисторах.**

Каскад с общим истоком. Каскад с общим стоком. Постоянный и переменный ток.

#### **Список лабораторных работ 4 семестра**

1. Полупроводниковые приборы:

- выпрямительный диод;
- стабилитрон;
- тиристор;
- биполярный транзистор;
- униполярный транзистор.

2. Усилительные каскады на биполярных транзисторах:

- каскад сообщим эмиттером;
- каскад с эмиттерным входом;
- эмиттерный повторитель.

#### **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения проводятся практические и лабораторные занятия, в ходе которых используются следующие типы занятий и образовательные технологии.

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с

назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

Задействованы:

- интерактивная лекция.

**Практическое занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению знаний, полученных на лекциях.

Задействованы:

- решение задач;
- коллективная мыслительная деятельность, в т.ч. мозговой штурм;
- анализ конкретных ситуаций.

**Лабораторная работа** – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

Задействованы:

- допуск к выполнению экспериментальных исследований,
- коллективная работа в ходе выполнения лабораторной работы,
- командная и индивидуальная защита отчёта.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

**Асинхронная консультация** (в рамках онлайн курса) – занятие по окончании модуля, на котором проводится консультация по изученному материалу, формам заданий текущего контроля, ответы на вопросы студентов по дисциплине.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Учебный курс «Электроника» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором в процессе прохождения тем дисциплины:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- представлены файлы конкретных тем;
- тесты для прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины;
- представлены записи видео лекций по отдельным темам дисциплины;

- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов (ответы на вопросы, тестирование);
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- программы Microsoft Office;
- издательская система LaTeX;
- Adobe Acrobat Reader.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости), рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

1. Артемов К.С. Твердотельная электроника. Курс лекций. Ярославский гос. университет: Ярославль, 2000. 78 с./
2. Пасынков В.В., Чиркин Л.К. Полупроводниковые приборы: Учебник для вузов. – СПб.: Лань. 2002. – 480 с., ил.
3. Артёмов К.С., Солдатова Н.Л.А.А.Очиров, Основы аналоговой схемотехники: учебное пособие / К.С. Артёмов, Н.Л. Солдатова, А.А.Очиров; Ярославский гос. ун-т – Ярославль: ЯрГУ, 2017. 147с.

##### **б) дополнительная литература (ДЛ)**

1. Артёмов К.С., А.С.Гвоздарёв, А.А.Очиров Усилительные и частотные каскады на биполярных транзисторах, учебно-методическое пособие., Ярославский госуниверситет – Ярославль: ЯрГУ, 2020,.-64 с..
2. Электронные, квантовые приборы и микроэлектроника. Учебное пособие для вузов. Под ред. Н.Д.Федорова.- М.: Радио и связь,1998.-560с.
3. Электронные приборы. Учебник для вузов. Под ред. Г.Г. Шишкина.-М.: Энергоатомиздат, 1989.- 489с.

**в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ

([http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uni-yar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

2. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"

(<http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>).

**9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ, а также материалам онлайн курса «Линейные электрические цепи (часть 1)», размещённого на образовательной онлайн площадке ЯрГУ им. П.Г. Демидова (DemidOnline).

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся. (Для проведения лабораторных работ группа обучающихся делится на две подгруппы).

Авторы:

Доцент кафедры  
интеллектуальных информационных  
радиофизических систем, к.ф.-м.н., доцент

К.С.. Артёмов

Доцент кафедры  
интеллектуальных информационных  
радиофизических систем, к.ф.-м.н.

А.А.Очиров



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
« Электроника »**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
Используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**Задания для самостоятельной работы**

**Задания по теме № 1 «Краткие сведения из физики полупроводников »:**

1. Раздел 1.1: внимательно прочитайте лекцию №2 курса лекций по твердотельной электронике, усвойте физику процессов в полупроводниках и их характеристики (дополнительная литература №3).

**Задания по теме № 2 «Диоды»:**

1. Раздел 2.1: по заданной ВАХ найти сопротивление диода постоянному току и дифференциальное сопротивление при прямом напряжении 0,3В и обратном напряжении 10 В.
2. Раздел 2.2: самостоятельно сравните ВАХ р-п перехода и контакта металл-полупроводник; почему диоды на контакте М-П работают быстрее?
3. Раздел 2.3: Ответьте на контрольные вопросы лабораторной работы «Исследование полупроводниковых приборов» (выпрямительные диоды, стабилитроны, тиристоры).

**Задания по теме № 4 «Биполярные и полевые транзисторы»:**

1. Раздел 3.1: выведите H-параметры транзистора для трёх схем включения; получите из H-параметров физические T-образной схемы замещения.
2. Раздел 3.2: нарисуйте эквивалентные схемы униполярных транзисторов и дайте определение элементам схемы; объясните результаты снятия ВАХ транзисторов, полученные на лабораторном практикуме.

**Задания по теме № 9 «Усилительные каскады ОЭ, ОБ, ОК.»:** самостоятельно решить задачи 1.1, 1.2, 2.1 – 2.5, 3.1 – 3.4. (Основная литература №3,).

**Задания по теме № 12 «Усилительные каскады на униполярных транзисторах:** самостоятельно решить задачи 3.5 и 3.6. (Основная литература №3,).

**Критерии оценивания домашних заданий, ответов на вопросы, решений задач**

<b>Показатели</b>	<b>Критерии</b>
Ответ	Верный, с правильными единицами измерения (для размерных величин).
Формулы	Корректные, применимые в условиях данной задачи, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты.
Решение	Имеются приводящие к ответу выкладки.
Графики	Построенная зависимость имеет верный вид, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.

Показатели	Критерии
Схемы	Представлен правильный набор элементов или блоков в стандартных обозначениях, правильно соединённых друг с другом, указаны их номиналы (если это возможно по имеющимся данным), указаны места соединения или шины.
Объяснения (ответы на смысловые вопросы)	Даны развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам законов, указанием методов, аргументация логичная.

Шкала оценивания:

0 баллов – полное отсутствие критерия, работа не сдана в срок;

1-4 балла – частичное выполнение критерия;

5 - 7 баллов – (в основном) выполнение критерия,

8-10 баллов -полное выполнение критерия

Суммируются баллы за каждое задание.

Оценка проставляется по количеству набранных баллов:

менее 50% от максимально возможного количества баллов - неудовлетворительно,

от 51 до 69% от максимально возможного количества баллов - удовлетворительно,

70-85% от максимально возможного количества баллов - хорошо,

86-100% от максимально возможного количества баллов – отлично.

**ВНИМАНИЕ!!! При рейтинговой системе оценки знаний все виды заданий должны быть выполнены студентом в течение семестра по установленным преподавателем срокам на каждое задание.**

**Вопросы к защите лабораторных работ** даны в методических указаниях к каждой работе.

#### Критерии оценивания ответов на вопросы при защите лабораторной работы

Показатели	На «Зачтено»	На «Не зачтено»
Формулы	Корректные, применимые в условиях данной задачи, в стандартных обозначениях или обозначения раскрыты.	В базовых выражениях допущены ошибки
Графики	Построенная зависимость имеет верный вид, по осям указаны аргумент и имя функции со своими единицами, есть шкалы на осях, нанесены контрольные метки, соответствующие заданию.	Вид зависимостей неверный
Схемы	Представлен правильный набор элементов или блоков в стандартных обозначениях, правильно соединённых друг с другом, указаны их номиналы (если это возможно по имеющимся данным), указаны места соединения или шины. Указано назначение элементов схемы.	Неверный набор элементов или неверное их соединение, в том числе неверная полярность включения
Объяснения (ответы на смысловые вопросы)	Даны развёрнутые, корректные ответы на все вопросы, с отсылками к наименованиям и формулировкам	Объяснение отсутствует

Показатели	На «Зачтено»	На «Не зачтено»
вопросы)	законов, указанием методов, аргументация логичная.	

## 2. Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к зачету 3 семестра:

1. Зонная модель твердых тел. Энергетическая (зонная) диаграмма собственного полупроводника. Электроны и дырки.
  2. Примесные полупроводники. Доноры и акцепторы. Проводимости n-и p-типа. Зонные диаграммы, уровни доноров и акцепторов. Компенсированные полупроводники.
  3. Неравновесные носители заряда. Рекомбинация носителей. Время жизни неравновесных носителей. Механизмы рекомбинации, межзонная и ступенчатая рекомбинация через центры рекомбинации (ловушки). Поверхностная рекомбинация. Эффективное время жизни.
  4. Физические процессы при идеализированном контакте полупроводников n- и p-типа с одинаковой шириной запрещенной зоны. Электронно-дырочный переход в состоянии равновесия. Контактная разность потенциалов, ее зависимость от ширины запрещенной зоны, концентрации примесей и температуры. Ширина обедненной области.
  5. Неравновесное состояние p-n-перехода. Прямое и обратное включение. Вольт – амперная характеристика (ВАХ) идеализированного перехода и ее уравнение. Зависимость ВАХ от концентрации примесей и температуры.
  6. Параметры p-n-перехода и его электрическая модель. Зависимость параметров от величины и знака напряжения (смещения).
  7. Учет электрического (лавинного, туннельного) и теплового пробоев при обратном включении перехода и коррекция математического описания ВАХ.
  8. Физические процессы при контакте металл-полупроводник.
  9. Разновидности полупроводниковых диодов
  10. Работа диода на постоянном и переменном токе с нагрузкой.
  11. Вольт – амперные характеристики.
  12. Зависимость параметров транзистора ОБ от режима и температуры.
  13. Схема с общим эмиттером.
  14. Частотные свойства схемы ОЭ.
  15. Униполярные транзисторы. МДП - транзистор с встроенным и индуцированным каналом. Статические ВАХ. Параметры транзисторов.
  16. Н-параметры транзисторов.
  17. Оптоэлектронные приборы.
- Поглощение света. Внутренний фотоэффект. Фотоэлектродвижущие силы. ЭДС Дембера. Объёмная ЭДС. Вентильная фото-ЭДС. Фотоэлементы на гетеропереходах.
18. Введение в аналоговую микросхемотехнику. Технологические основы интегральных схем
  19. Электровакуумные приборы.
- Основы эмиссионной электроники. Термоэлектронная эмиссия. Электростатическая эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Физические процессы в газоразрядных приборах. Принцип электростатического управления плотностью электронного потока в электронных лампах. Электронно-лучевая трубка.

### Список вопросов к экзамену 4 семестра:

1. Униполярные транзисторы. МДП - транзистор с встроенным и индуцированным каналом. Статические ВАХ. Параметры транзисторов.
2. Транзисторы с управляющим р-n-переходом.
3. Усилительные каскады на полевых транзисторах (ОИ, ОС).
4. Статический режим усилительного каскада.
5. Температурная стабильность рабочей точки (причины неустойчивости, методы борьбы с неустойчивостью).
6. Расчет усилительного каскада по схеме ОЭ на постоянном токе.
7. Каскад ОЭ. Область средних частот. Входное и выходное сопротивления. Коэффициенты передачи по току, напряжению, мощности.
8. Каскад ОЭ. Учет внутренней обратной связи по току.
9. Каскад ОЭ. Учет дифференциального сопротивления коллекторного перехода и коэффициента обратной связи по напряжению.
11. Каскад ОЭ. Область больших времен и низших частот.
12. Каскад ОЭ. Область малых времен и высших частот.
13. Эмиттерный повторитель.
14. Фазоинверсный каскад.

### ПРИМЕР ТЕСТА

Дисциплина: **Электроника**

Тема задания: Полупроводниковые приборы

Уровень сложности – **знать и уметь**

Ориентировочное время выполнения задания – 10 -15 *минут*

Количество заданий в данном файле – **29. (В примере дано 19 заданий)**





1. В полупроводниковой технологии акцепторные и донорные примеси используются для получения ...
  1. Полупроводников р- и n-типов
  2. Проводников
  3. Диэлектриков
  4. Нет правильного ответа
2. В полупроводниковой технологии донорные примеси используются для получения полупроводника
  1. n-типа
  2. р-типа
  3. и р-типа и n-типа
  4. Нет правильного ответа
3. Как обозначается полупроводник с дырочной проводимостью?
  1. р-типа
  2. n-типа
  3. i-типа
  4. Нет правильного ответа
4. Как обозначается полупроводник с электронной проводимостью?
  1. n-типа
  2. р-типа
  3. i-типа
  4. Нет правильного ответа

5. Проводимость примесного полупроводника р-типа ...
1. Больше проводимости исходного беспримесного полупроводника
  2. Меньше проводимости исходного беспримесного полупроводника
  3. Не отличается от проводимости исходного беспримесного полупроводника
  4. Нет правильного ответа





6. Основное свойство р-п перехода это ...
1. Односторонняя проводимость
  2. Проводимость при прямом и при обратном напряжениях одинакова
  3. Проводимость р-п перехода аналогична проводимости проводников
  4. Проводимость р-п перехода аналогична проводимости диэлектриков

7. Проводимость примесного полупроводника n-типа ...
1. Больше проводимости исходного беспримесного полупроводника
  2. Меньше проводимости исходного беспримесного полупроводника
  3. Не отличается от проводимости исходного беспримесного полупроводника
  4. Нет правильного ответа

8. Укажите условное графическое изображение выпрямительного диода.

1. 
2. 
3. 
4. 

9. Какое из представленных графических изображений соответствует стабилитрону?

1. 
2. 
3. 
4. 

10. При какой полярности напряжения через диод протекает большой ток?

1. При прямой.
2. При обратной.
3. При любой.
4. Нет правильного ответа.

11. По какой из указанных формул следует определять статическое сопротивление диода (сопротивление постоянному току)?

1.  $R_0 = U_0 / I_0$
2.  $R_0 = I_0 / U_0$
3.  $R_0 = I_0 \cdot U_0$
4. Нет правильного ответа

12. По какой из указанных формул следует определять динамическое (дифференциальное) сопротивление диода?

1.  $R_d = \Delta U / \Delta I$

2.  $R_d = \Delta I / \Delta U$

3.  $R_d = \Delta I \cdot \Delta U$

4. Нет правильного ответа

13. Какова теоретическая зависимость тока полупроводникового диода от напряжения?

1.  $I = I_0 \left( e^{\frac{U}{\varphi}} - 1 \right)$ .

2.  $I = GU$ .

3.  $I = 2U$ .

4.  $I = GU^2$

14. Каков диапазон прямого напряжения для маломощного выпрямительного диода?

1. От +0,2 до +0,8 В

2. От -1 до -10 В

3. От +10 до +100 В

4. Все ответы правильные

15. В каком диапазоне температур могут быть использованы кремниевые выпрямительные диоды?

1. До +125 градусов

2. До +25 градусов

3. До +1000 градусов

4. Нет правильного ответа

16. Через полупроводниковый диод протекает большой ток при подаче ...

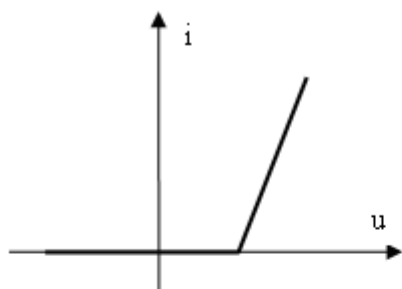
1. Прямого напряжения

2. Обратного напряжения

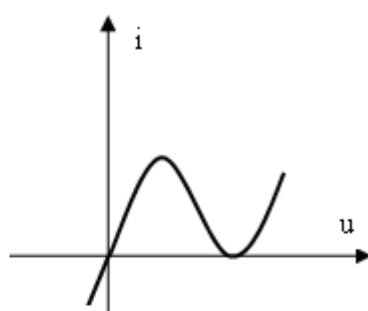
3. Как прямого, так и обратного напряжения

4. Нет правильного ответа

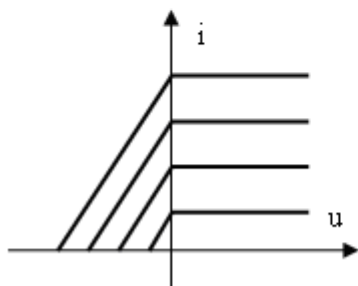
17. На рисунке приведены вольт-амперные характеристики электронных приборов. Какие из этих характеристик наиболее близки к характеристике выпрямительного диода?



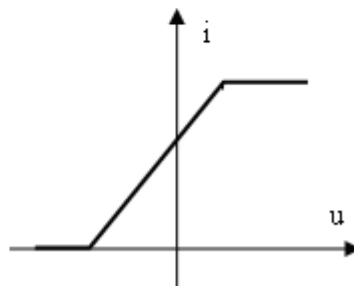
**a)**



**b)**



**c)**



**d)**

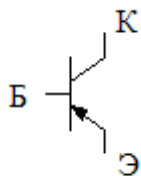
- a
- b
- c
- d

18. К какому электронному компоненту относится условное графическое изображение?



1. Стабилитрон
2. Выпрямительный диод
3. Биполярный транзистор
4. Полевой транзистор

19. К какому электронному компоненту относится условное графическое изображение?



1. биполярный транзистор p-n-p
2. биполярный транзистор n-p-n
3. полевой транзистор с p-n переходом и n-каналом
4. полевой транзистор с p-n переходом и p-каналом

### Правила выставления оценки на экзамене

Экзаменационная оценка может выставляться автоматически по результатам выполнения практических домашних заданий, выполнения и сдачи лабораторных работ, ответов на

вопросы, выполнения работ по расчету усилительных каскадов и по итогам тестирования (рейтинговый подход). **Необходимым условием получения положительной оценки ("автомат" или сдача экзамена во время сессии) является выполнение не менее 50 % каждого вида работ**

### 3.1. Критерии оценивания ответов на вопросы билета

Критерий	Пороговый уровень (на «удовлетворительно»)	Продвинутый уровень (на «хорошо»)	Высокий уровень (на «отлично»)
<b>Соответствие ответа вопросу</b>	Хотя бы частичное ( <i>не относящееся к вопросу не подлежит проверке</i> )	Полное	Полное
<b>Наличие примеров</b>	Имеются отдельные примеры	Много примеров	Есть практически ко всем утверждениям
<b>Содержание ответа</b>	Понятийные вопросы изложены с классификациями, проблемные с постановкой проблемы и изложением различных точек зрения. Имеются ошибки или пробелы.	Ответ почти полный, без ошибок, не хватает отдельных элементов и тонкостей	исчерпывающий полный ответ

### 3.2. Шкала оценивания сформированности компетенций и ее описание

Оценивание уровня сформированности компетенций в процессе освоения дисциплины осуществляется по следующей трехуровневой шкале:

**Пороговый уровень** - предполагает отражение тех ожидаемых результатов, которые определяют минимальный набор знаний и (или) умений и (или) навыков, полученных студентом в результате освоения дисциплины. Пороговый уровень является обязательным уровнем для студента к моменту завершения им освоения данной дисциплины.

**Продвинутый уровень** - предполагает способность студента использовать знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, полученные при освоении дисциплины, для решения профессиональных задач. Продвинутый уровень превосходит пороговый уровень по нескольким существенным признакам.

**Высокий уровень** - предполагает способность студента использовать потенциал интегрированных знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, полученных при освоении дисциплины, для творческого решения профессиональных задач и самостоятельного поиска новых подходов в их решении путем комбинирования и использования известных способов решения применительно к конкретным условиям. Высокий уровень превосходит пороговый уровень по всем существенным признакам



**Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

1. В первую очередь советуем ознакомиться с программой дисциплины, понять ее роль в процессе образования, осознать, что Вы должны знать, уметь и о чём иметь представление по итогам изучения дисциплины. К этому вопросу следует возвращаться по мере изучения предмета.
2. Вам выдаются методические материалы, которые полностью обеспечивают Вашу самостоятельную работу. Постарайтесь также пользоваться другими учебниками, пособиями, указанными в программе дисциплины, Интернет.
3. Дисциплина очень трудоёмкая и многоплановая. По этой причине не оставляйте изучение на «потом», регулярно читайте теорию, не отставайте от преподавателя.
4. В пособии «Основы схемотехники» даны задачи для самостоятельного решения. К концу семестров все задачи должны быть решены и представлены преподавателю. В помощь Вам так же приведены примеры решения задач. При сдаче лабораторного практикума обращайтесь внимание на контрольные вопросы. Вы обязательно должны готовить на них ответы. Главное то, что Вы должны понимать физику процессов, происходящих в электронных устройствах, уметь строить принципиальные и эквивалентные схемы и выводить на их основе формулы основных параметров. Оформление лабораторных работ стандартное, как на физпрактикуме, отчет один на два человека. Сдача работ проводится в индивидуальном и коллективном порядке.
5. Обращайте внимание на правильное обозначение элементной базы. Чаще обращайтесь к ГОСТам и справочникам.
6. Не стесняйтесь задавать вопросы на занятиях и консультациях. Помните, что в процессе учебы «дурацких» вопросов не бывает.

В конце 3 семестра изучения дисциплины студенты сдают зачет, а в 4 - экзамен. Экзамен принимается в письменной форме по билетам или по вариантам. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Электроника» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать экзамен по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.