

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
**Муромский институт (филиал)**  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
**«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»**  
(МИ ВлГУ)

Кафедра *РТ*

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора по УР  
\_\_\_\_\_ Д.Е. Андрианов  
\_\_\_\_\_ 16.06.2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

*Физические основы электроники*

**Направление подготовки**

*11.03.02 Инфокоммуникационные технологии  
и системы связи*

**Профиль подготовки**

*Системы радиосвязи и радиодоступа*

Семестр	Трудоем- кость, час./зач. ед.	Лек- ции, час.	Практи- ческие занятия, час.	Лабора- торные работы, час.	Консультация, час.	Конт- роль, час.	Всего (контакт- ная работа), час.	СРС, час.	Форма промежу- точного контроля (экз., зач., зач. с оц.)
2	108 / 3	16		16	3,6	0,35	35,95	45,4	Экз.(26,65)
Итого	108 / 3	16		16	3,6	0,35	35,95	45,4	26,65

Муром, 2020 г.

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель дисциплины: формирование знаний о физических принципах работы приборов электроники и микроэлектроники, подготовка студентов младших курсов к изучению дисциплин, базирующихся на знании основных полупроводниковых приборов, явлениях в них, их характеристик и параметров.

Основными задачами дисциплины являются изучение:

- материалов электронной техники, их электрофизических и квантово-механических свойств;
- теории электропроводности и элементов зонной теории твердых тел;
- процессов в примесных и собственных полупроводниках;
- разновидности контактных явлений и переходов;
- физических процессов в биполярном и полевом транзисторах, их характеристик;
- физических основ микроэлектроники.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Курс базируется на знаниях, полученных студентами в области математических и естественно-научных дисциплин, в большей степени математики и физики. Углубление и расширение вопросов, изложенных в данном курсе, будет осуществляться во время работы студентов над дисциплинами: "Электроника", "Схемотехника аналоговых устройств связи", "Вычислительная техника и информационные технологии", "Основы компьютерного проектирования устройств инфокоммуникационных систем".

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-1 Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.2 Объясняет смысл происходящих явлений окружающего мира, применяет физические законы и модели, необходимые для решения задач в области профессиональной деятельности	знать физические основы электропроводности (ОПК-1.2) знать основные типы активных приборов, их принцип действия, параметры и характеристики (ОПК-1.2) знать методики измерений основных характеристик полупроводниковых приборов (ОПК-1.2) уметь пользоваться методами расчета основных параметров полупроводниковых приборов (ОПК-1.2) уметь проводить измерения вольт-амперных характеристик полупроводниковых приборов с помощью соответствующих приборов (ОПК-1.2)	Тесты для текущего контроля знаний

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

##### 4.1. Форма обучения: очная

Уровень базового образования: среднее общее.

Срок обучения 4г.

##### 4.1.1. Структура дисциплины

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником							Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации(по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	КП / КР	Консультация	Контроль		
1	Материалы электронной техники и их электрофизические свойства.	2	2							4	тестирование
2	Контактные явления в полупроводниках. Полупроводниковые диоды.	2	2		4					12	тестирование
3	Биполярные транзисторы.	2	4		8					8	тестирование
4	Полевые транзисторы. Тиристоры.	2	4		4					8	тестирование
5	Полупроводниковые фотоэлектрические приборы	2	2							4	тестирование
6	Физические основы микроэлектроники	2	2							9,4	тестирование
Всего за семестр		108	16		16			3,6	0,35	45,4	Экз.(26,65)
Итого		108	16		16			3,6	0,35	45,4	26,65

##### 4.1.2. Содержание дисциплины

###### 4.1.2.1. Перечень лекций

###### Семестр 2

Раздел 1. Материалы электронной техники и их электрофизические свойства.

###### Лекция 1.

Введение в курс «Физические основы электроники». Материалы электронной техники и их электрофизические свойства. Элементарная теория электропроводности. Основы зонной теории полупроводников. Собственные и примесные полупроводники (2 часа).

*Раздел 2. Контактные явления в полупроводниках. Полупроводниковые диоды.*

**Лекция 2.**

Диффузия носителей заряда в полупроводниках. Контактные явления в полупроводниках. Электронно-дырочный переход. Характеристики р-n перехода. Переход металл-полупроводник. Полупроводниковые диоды, характеристики и параметры (2 часа).

*Раздел 3. Биполярные транзисторы.*

**Лекция 3.**

Биполярные транзисторы (БТ). Классификация, общие сведения и физические процессы в БТ. Токи в транзисторе. Усиление с помощью транзистора. Основные схемы включения транзисторов. Коэффициенты передачи токов в статическом режиме (2 часа).

**Лекция 4.**

Статические характеристики биполярных транзисторов. Параметры и эквивалентные схемы транзисторов: физические (Т-образные) и в виде активных четырехполюсников. Частотные свойства и параметры транзисторов. Импульсный режим работы БТ. Собственные шумы транзисторов и диодов (2 часа).

*Раздел 4. Полевые транзисторы. Тиристоры.*

**Лекция 5.**

Полевые транзисторы (ПТ). Устройство и принцип действия ПТ с затвором в виде р-n перехода. Характеристики и параметры полевых транзисторов. Устройство и принцип действия полевых транзисторов с изолированным затвором (МДП-транзисторов). Физические процессы в МДП-структурах и физические параметры МДП-транзисторов. ВАХ и их зависимость от температуры (2 часа).

**Лекция 6.**

Тиристоры. Устройство и принцип действия. Основные физические процессы. Режимы работы. Разновидности тиристоры: динистор, тринистор, симистор (2 часа).

*Раздел 5. Полупроводниковые фотоэлектрические приборы*

**Лекция 7.**

Полупроводниковые фотоэлектрические приборы. Излучающие приборы. Оптроны (2 часа).

*Раздел 6. Физические основы микроэлектроники*

**Лекция 8.**

Конструктивно-технологические особенности микроэлектроники. Элементы интегральных схем, основные их параметры и характеристики. Структуры, принципы действия. Характеристики и параметры (2 часа).

#### **4.1.2.2. Перечень практических занятий**

Не планируется.

#### **4.1.2.3. Перечень лабораторных работ**

##### **Семестр 2**

*Раздел 2. Контактные явления в полупроводниках. Полупроводниковые диоды.*

**Лабораторная 1.**

Исследование характеристик и параметров полупроводниковых диодов (4 часа).

*Раздел 3. Биполярные транзисторы.*

**Лабораторная 2.**

Исследование характеристик и параметров биполярных транзисторов в схемах с общей базой и общим эмиттером (4 часа).

**Лабораторная 3.**

Исследование частотных параметров биполярных транзисторов (4 часа).

*Раздел 4. Полевые транзисторы. Тиристоры.*

**Лабораторная 4.**

Исследование характеристик и параметров полевых транзисторов (4 часа).

#### **4.1.2.4. Перечень тем и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы**

Перечень тем, вынесенных на самостоятельное изучение:

1. Классификация полупроводниковых материалов.
2. Свойства полупроводниковых материалов.
3. Определение параметров полупроводниковых диодов.
4. Построение рабочих характеристик полупроводниковых диодов.
5. Маркировка полупроводниковых приборов.
6. Расчет первичных параметров биполярных транзисторов.
7. Расчет вторичных параметров биполярных транзисторов.
8. Виды полевых транзисторов.
9. Применение тиристор.
10. Полупроводниковые приборы, использующие свойства полупроводников.
11. Классификация интегральных микросхем.
12. Методы изоляции элементов интегральных микросхем.
13. Реализация активных и пассивных элементов интегральных схем.
14. Технология изготовления полупроводниковых микросхем.

Для самостоятельной работы используются методические указания по освоению дисциплины и издания из списка приведенной ниже основной и дополнительной литературы.

#### **4.1.2.5. Перечень тем контрольных работ, рефератов, ТР, РГР, РПР**

Не планируется.

#### **4.1.2.6. Примерный перечень тем курсовых работ (проектов)**

Не планируется.

### **5. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины применяется контактная технология преподавания (за исключением самостоятельно изучаемых студентами вопросов). Шаги решения задач студентам демонстрируются при помощи мультимедийной техники. В дальнейшем студенты самостоятельно решают аналогичные задания.

### **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Фонды оценочных материалов (средств) приведены в приложении.

### **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

#### **7.1. Основная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Разинкин, В. П. Электроника. Часть 2 : учебное пособие / В. П. Разинкин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 106 с. — ISBN 978-5-7782-2530-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45203.html> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/45203.html>
2. Валюхов, Д. П. Физические основы электроники : учебное пособие / Д. П. Валюхов, Р. В. Пигулев. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. — 135 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/63253.html> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/63253.html>
3. Физические основы электроники: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов образовательных программ 11.03.01 Радиотехника; 11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи / Ромашов В.В., Ромашова Л.В. [Электронный ресурс]. – Электрон.текстовые дан. (1,4 Мб). - Муром.: МИ (филиал) ВлГУ,

2015. – 1 электрон.опт. диск (CD-R). – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; WindowsXP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 HighColor (32 bit); привод CD-ROM. - Загл. с экрана. - <https://www.mivlgu.ru/iop/mod/folder/view.php?id=9136>

4. Водовозов, А. М. Основы электроники : учебное пособие / А. М. Водовозов. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. — 140 с. — ISBN 978-5-9729-0346-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/86566.html> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/86566.html>

## **7.2. Дополнительная учебно-методическая литература по дисциплине**

1. Давыдов, В. Н. Физические основы оптоэлектроники : учебное пособие / В. Н. Давыдов. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. — 139 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/72209.html> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/72209.html>

2. Филяк, М. М. Конструктивно-технологические основы микроэлектроники : учебное пособие / М. М. Филяк. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 112 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/30059.html> (дата обращения: 11.09.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей - <http://www.iprbookshop.ru/30059.html>

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

В образовательном процессе используются информационные технологии, реализованные на основе информационно-образовательного портала института ([www.mivlgu.ru/iop](http://www.mivlgu.ru/iop)), и инфокоммуникационной сети института:

- предоставление учебно-методических материалов в электронном виде;
- взаимодействие участников образовательного процесса через локальную сеть института и Интернет;
- предоставление сведений о результатах учебной деятельности в электронном личном кабинете обучающегося.

Информационные справочные системы:

Информационно-справочная социальная сеть радиотехников и электроников [www.utup.ru/](http://www.utup.ru/).

Радиотехнический сайт RADIOTRACT. Радиотехника и электроника для разработчиков и радиолюбителей [http://radiotract.ru/link\\_sprav.html](http://radiotract.ru/link_sprav.html).

Радиотехнические системы <http://rateli.ru/>.

Портал для радиолюбителей <http://www.radioman-portal.ru/>.

Электрические схемы <http://esxema.ru/>.

Программы по радиотехнике и электронике <http://creatiff.realax.ru/?cat=programs&page=progrml>.

Программное обеспечение:

Не предусмотрено.

## **7.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

**«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

[iprbookshop.ru](http://iprbookshop.ru)

[mivlgu.ru](http://mivlgu.ru)

umup.ru  
radiottract.ru  
rateli.ru  
radioman-portal.ru  
esxema.ru  
creatiff.realax.ru  
mivlgu.ru/iop

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лаборатория электронных приборов и устройств

Мультимедийная станция обучения монтажу и работе аналоговой и цифровой схемотехники «Легс 1»; мультимедийная станция обучения монтажу и работе аналоговой и цифровой микроэлектроники «Легс 3»; осциллограф С1-76, С1-55; милливольтметр В3-38; вольтметр универсальный цифровой В7-38 2 шт; генератор ГЗ-112 2 шт; характериограф TR-4805;; LCR-метр НМ8118; блок питания Rigol DP832A; генератор сигналов высокочастотный Г4-116, рабочая станция HP Core 2 DUO, 3 GHz; 2 GB, DVD-RW/HP 19” - 2 шт.; проектор NEC; экран настенный.

## **9. Методические указания по освоению дисциплины**

Для успешного освоения теоретического материала обучающийся: знакомится со списком рекомендуемой основной и дополнительной литературы; уточняет у преподавателя, каким дополнительным пособиям следует отдать предпочтение; ведет конспект лекций и прорабатывает лекционный материал, пользуясь как конспектом, так и учебными пособиями.

До выполнения лабораторных работ обучающийся изучает соответствующий раздел теории. Перед занятием студент знакомится с описанием заданий для выполнения работы, внимательно изучает содержание и порядок проведения лабораторной работы. Лабораторная работа проводится в компьютерном классе. Обучающиеся выполняют индивидуальную задачу компьютерного моделирования в соответствии с заданием на лабораторную работу. Полученные результаты исследований сводятся в отчет и защищаются по традиционной методике в классе на следующем лабораторном занятии. Необходимый теоретический материал, индивидуальное задание, шаги выполнения лабораторной работы и требование к отчету приведены в методических указаниях, размещенных на информационно-образовательном портале института.

Самостоятельная работа оказывает важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется обучающимся самостоятельно. Каждый обучающийся самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием дисциплины. Он выполняет внеаудиторную работу и изучение разделов, выносимых на самостоятельную работу, по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации – экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов. Оценка по дисциплине выставляется в информационной системе и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения заданий в ходе изучения дисциплины и промежуточной аттестации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению *11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи* и профилю подготовки *Системы радиосвязи и радиодоступа*  
Рабочую программу составил д.т.н., профессор Ромашов В.В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры *РТ* протокол №10 от 20 мая 2020 года.

Заведующий кафедрой *РТ* \_\_\_\_\_ Ромашов В.В.  
(Подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета ФРЭКС протокол №9 от 11.06.2020 года.

Председатель комиссии ФРЭКС \_\_\_\_\_ Белов А.А.  
(Подпись)



**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

Программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(Подпись) \_\_\_\_\_ (Ф.И.О.)

**Фонд оценочных материалов (средств) по дисциплине**  
Физические основы электроники

**1. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине**

Оценочные средства для текущего контроля знаний приведены в Приложении 1.

**Общее распределение баллов текущего контроля по видам учебных работ для студентов**

Рейтинг-контроль 1	2 лабораторных задания, защита 2 лабораторных работ, контрольный тест первой контрольной недели	до 16 баллов
Рейтинг-контроль 2	2 лабораторных задания, защита 2 лабораторных работ, контрольный тест второй контрольной недели	до 16 баллов
Рейтинг-контроль 3	2 лабораторных задания, защита 2 лабораторных работ, контрольный тест третьей контрольной недели	до 20 баллов
Посещение занятий студентом	Журнал группы	3
Дополнительные баллы (бонусы)	Ответы на вопросы при проведении занятий	5
Выполнение семестрового плана самостоятельной работы	Учитывается в вопросах тестов	0

**2. Промежуточная аттестация по дисциплине**

**Перечень вопросов к экзамену / зачету / зачету с оценкой.**

**Перечень практических задач / заданий к экзамену / зачету / зачету с оценкой (при наличии)**

Оценочные средства для промежуточной аттестации приведены в Приложении 2.

**Методические материалы, характеризующих процедуры оценивания**

На основе типовых заданий программным комплексом информационно-образовательного портала МИ ВлГУ формируются в автоматическом режиме тестовые задания для студентов: три вопроса из блока 1, три вопроса из блока 2 и четыре вопроса из блока 3. Программный комплекс формирует индивидуальные задания для каждого зарегистрированного в системе студента при промежуточной аттестации и устанавливает время прохождения тестирования. Результатом тестирования является процент правильных ответов, на основании его формируется индивидуальный экзаменационный рейтинг студента и проставляется итоговая оценка с учетом баллов текущего контроля.

Максимальная сумма баллов, набираемая студентом по дисциплине равна 100.

Оценка в баллах	Оценка по шкале	Обоснование	<i>Уровень сформированности компетенций</i>
Более 80	«Отлично»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному	<b>Высокий уровень</b>
66-80	«Хорошо»	Содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками	<b>Продвинутый уровень</b>
50-65	«Удовлетворительно»	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки	<b>Пороговый уровень</b>
Менее 50	«Неудовлетворительно»	Содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки	<b>Компетенции не сформированы</b>

### 3. Задания в тестовой форме по дисциплине

Примеры заданий:

Что представляет из себя биполярный транзистор

Какая линия нагрузки соответствует  $R_n=2,2\text{кОм}$  и  $E_{пит}=11\text{В}$

Дана вольтамперная характеристика стабилитрона при обратном токе, построена линия нагрузки. Определить напряжение стабилизации

Полный перечень тестовых заданий с указанием правильных ответов, размещен в банке вопросов на информационно-образовательном портале института по ссылке

<https://www.mivlgu.ru/iop/question/edit.php?courseid=67&category=4101%2C637&qbshowtext=0&qbshowtext=1&recurse=0&recurse=1&showhidden=0>

Оценка рассчитывается как процент правильно выполненных тестовых заданий из их общего числа.