
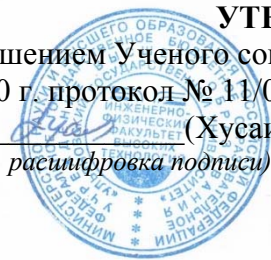


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ИФФВТ
от 16 июня 2020 г. протокол № 11/02-19-10
Председатель _____ (Хусаинов А.Ш.)
(подпись, расшифровка подписи)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	ФИЗИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА
Факультет	Инженерно-физический факультет высоких технологий
Кафедра	Радиофизики и электроники (РФЭ)
Курс	3

Направление (специальность) 03.03.03 – радиофизика _
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) **Твердотельная электроника и наноэлектроника**

Форма обучения очная
очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: « 1 » _____ сентября _____ 2020г.

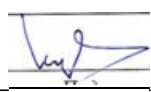
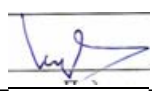
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.


Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № _____ от _____ 20 _____ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Семенов А. Л.	РФЭ	д.ф.-м.н., доц.

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой, реализующей дисциплину	Заведующий выпускающей кафедрой
 _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i>	 _____ / Гурин Н.Т./ <i>Подпись</i> <i>ФИО</i>
« 09 » 06 2020 г.	« 09 » 06 2020 г.

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цели освоения дисциплины: сформировать у студентов современное представление о движении электронов в электрическом и магнитном полях, эмиссионной электронике, электронной оптике, электронике СВЧ, физике газового разряда, физике плазмы, электрическом токе в электролитах, твердотельной электронике.

Задачи освоения дисциплины: усвоение основных принципов и законов физической электроники, приобретение навыков их анализа и экспериментального исследования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП:

Дисциплина (Б1.Б.39) преподается после завершения общего курса физики и относится к дисциплинам базовой части основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению 03.03.03 «Радиофизика».

Дисциплина читается в 6-ом семестре 3-ого курса студентам очной формы обучения и базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах:

- «Математический анализ»;
- «Аналитическая геометрия и линейная алгебра»;
- «Дифференциальные уравнения»;
- «Электромагнитные явления».

Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания, умения, навыки и компетенции:

- Владеть техникой дифференцирования и интегрирования функций,
- уметь работать с матрицами и векторами,
- владеть основными методами решения дифференциальных уравнений.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы для дальнейшего процесса обучения в рамках поэтапного формирования компетенций при изучении следующих специальных дисциплин:


- «Квантовая электроника»;
- «Радиоэлектроника»;

а также для прохождения учебной, производственной и преддипломной практик, государственной итоговой аттестации.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Перечень формируемых компетенций в процессе освоения материала по дисциплине (модулю) с указанием кода и наименования компетенций, соотнесенных с установленными разработчиком РПД индикаторами достижения каждой компетенции отдельно в соответствии с ФГОС ВПО, ФГОС ВО.

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ОПК-1: способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естест-	знать: основы классической электронной оптики, физики газового разряда, физики плазмы; различные виды электронной эмиссии и методы их теоретического описа-


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

венных наук, их использованию в профессиональной деятельности;	<p>ния; устройство и основные характеристики различных электровакуумных приборов;</p> <p>уметь: решать задачи по вышеназванным темам;</p> <p>владеть: навыками решения задач по вышеназванным темам</p>
ОПК-2: способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии	<p>знать: методы поиска информации и самостоятельного приобретения знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p> <p>уметь: осуществлять поиск информации и самостоятельно приобретать знания с использованием современных образовательных и информационных технологий</p> <p>владеть: методами самостоятельного приобретения знаний с использованием современных образовательных и информационных технологий.</p>
ПК-1: способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;	<p>знать: принципы работы современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;</p> <p>уметь: проводить измерения с использованием современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования;</p> <p>владеть: навыками эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>
ПК-2: способность использовать основные методы радиофизических измерений;	<p>знать: основные методы радиофизических измерений;</p> <p>уметь: использовать основные методы радиофизических измерений;</p> <p>владеть: навыками эксплуатации радиофизических приборов</p>
ПК-3: владение компьютером на уровне опытного пользователя, применение информационных технологий	<p>знать: принципы применения информационных технологий;</p> <p>уметь: работать с использованием компьютера на уровне опытного пользователя;</p> <p>владеть: навыками применения информационных технологий</p>

4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 4

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах)


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения <u>очная</u>)			
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам		
		6		
1	2	3	4	5
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	64	64		
Аудиторные занятия:	64	64		
лекции	32	32		
Семинары и практические занятия	16	16		
лабораторные работы, практикумы	16	16		
Самостоятельная работа	44	44		
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, рефераты др. (не менее 2 видов)	устный опрос; проверка выполнения заданий 36	устный опрос; проверка выполнения заданий 36		
Курсовая работа				
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	экзамен	экзамен		
Всего часов по дисциплине	144	144		

4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения _____ очная _____

Название разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий					Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия			Занятия в интерактивной форме	Самостоятельная работа	
		Лекции	Практические занятия, семинары	Лабораторные работы, практикумы			
1	2	3	4	5	6	7	
Движение электрона в электрическом и магнитном полях	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения задания


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

							ний
Электронная оптика	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Эмиссионная электроника	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Электроника СВЧ	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Физика газового разряда	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Электрический ток в электролитах	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Физика плазмы	10	4	2			4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Твердотельная электроника	38	4	2	16		16	устный опрос; проверка выполнения заданий
Итого	108	32	16	16		44	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Раздел 1. Движение электрона в электрическом и магнитном полях.

Электрон в однородном и неоднородном электрическом поле. Релятивистский электрон в электрическом поле. Электрон в однородном и неоднородном магнитном поле. Релятиви-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

стский электрон в магнитном поле. Бетатрон. Электрон в электрическом и магнитном поле. Плоский магнетрон.

Раздел 2. Электронная оптика.

Отражение и преломление электронных пучков. Электронная линза и электронный микроскоп. Электронно-лучевая трубка.

Раздел 3. Эмиссионная электроника.

Волновые свойства электрона. Уравнение Шредингера. Отражение электрона от потенциальной ступеньки. Электроны в металле. Закон Ома. Энергия Ферми. Распределение Ферми-Дирака. Термоэлектронная эмиссия. Закон Ричардсона-Дешмена. Эффект Шотки. Автоэлектронная эмиссия. Фотоэлектронная эмиссия. Теория Фаулера. Вторичная электронная эмиссия. Ток, ограниченный пространственным зарядом. Закон $3/2$.

Раздел 4. Электроника СВЧ.

Пролетный клистрон. Группирование электронов в пролетном клистроне. Отражательный клистрон. Магнетрон. Лампа бегущей волны.

Раздел 5. Физика газового разряда.

Ионизация и рекомбинация в газах. Несамостоятельная проводимость газов. Самостоятельный газовый разряд. Теория Таунсенда. Тлеющий разряд. Коронный разряд. Искровой разряд. Вольт-амперная характеристика газового разряда.

Раздел 6. Физика плазмы.

Экранирование в плазме. Ленгмюровские электронные колебания в плазме. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

Раздел 7. Электрический ток в электролитах.

Электролитическая диссоциация. Электрическая проводимость жидкостей. Электролиз.

Раздел 8. Твердотельная электроника.

Электронная и дырочная проводимость полупроводников. Электронно-дырочный переход. Зонные диаграммы. Виды и применение полупроводниковых диодов. Биполярные транзисторы. Полевые транзисторы с управляющим p-n переходом. Полевые транзисторы металл-диэлектрик-полупроводник.

6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ

Соответствуют темам лекций.

7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ


(Приложение – учебно-метод. литература 9)

Раздел 8. Твердотельная электроника.

1. Исследование характеристик и параметров полупроводникового диода
2. Исследование характеристик и параметров биполярных транзисторов
3. Исследование характеристик и параметров полевых и МДП-транзисторов
4. Исследование характеристик и параметров полупроводниковых приборов с отрицательным дифференциальным сопротивлением
5. Исследование диодных схем и устройств
6. Исследование пассивных электронных схем
7. Исследование активных электронных схем

8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ


Данный вид работы не предусмотрен УП

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЭКЗАМЕНУ

Вопросы по курсу «Физическая электроника»

1. Электроны и дырки в полупроводниках. Электрический ток в полупроводниках. Подвижность носителей. Удельная электрическая проводимость полупроводника.
2. Электронно-дырочный переход. Полупроводниковый диод. Уравнение диода. Пробой диода.
3. Виды и применение полупроводниковых диодов. Выпрямительный диод, стабилизатор, варикап, светодиод, фотодиод, фотоэлемент, оптрон, туннельный диод.
4. Биполярный транзистор и тиристоры. Принцип работы и вольтамперные характеристики.
5. Полевой транзистор с управляющим р-n переходом и МДП транзистор. Принцип работы и вольтамперные характеристики.
6. Движение заряженной частицы в электрическом поле. Закон сохранения энергии. Уравнение траектории. Отражение и преломление электронных пучков.
7. Электронная линза и электронный микроскоп. Электронно-лучевая трубка, ее чувствительность.
8. Релятивистский электрон в однородном электрическом поле. Энергия релятивистского электрона.
9. Электрон в постоянном и однородном магнитном поле. Электрон в постоянном и однородном электрическом и магнитном полях. Эффект Холла.
10. Электрон в меняющемся магнитном поле. Бетатрон. Устойчивость движения в бетатроне.
11. Волновые свойства электрона. Уравнение Шредингера. Электрон в прямоугольной потенциальной яме.
12. Отражение электрона от потенциальной ступеньки.
13. Электроны в металле. Энергия Ферми. Принцип Паули. Плотность электронных состояний. Распределение Ферми-Дирака.
14. Термоэлектронная эмиссия. Уравнение Ричардсона-Дешмена.
15. Влияние электрического поля на работу выхода электрона из металла. Эффект Шотки. Автоэлектронная эмиссия. Вторичная электронная эмиссия. Фотоэлектронный умножитель.
16. Фотоэлектронная эмиссия. Теория Фаулера.


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

17. Вакуумный диод. Вольт-амперная характеристика. Закон 3/2.
18. Электролитическая диссоциация. Закон Освальда. Электрическая проводимость жидкостей. Электролиз. Объединенный закон Фарадея.
19. Экранирование в плазме. Ленгмюровские электронные колебания в плазме.
20. Диэлектрическая проницаемость плазмы. Электромагнитные волны в плазме.

10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения _____ очная _____

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (<i>проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.</i>)	Объем в часах	Форма контроля (<i>проверка решения задач, реферата и др.</i>)
Движение электрона в электрическом и магнитном полях	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Электронная оптика	<ol style="list-style-type: none"> 1. Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; 2. Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Эмиссионная электроника	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Электроника СВЧ	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Физика газового разряда	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена 	4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Электрический	<ul style="list-style-type: none"> • Проработка учебного материала с ис- 	4	устный опрос;

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

ток в электро- литах	пользованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена		проверка выполнения заданий
Физика плазмы	• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка к сдаче экзамена	4	устный опрос; проверка выполнения заданий
Твердотельная электроника	• Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины; • Подготовка отчетов по лабораторным работам; • Подготовка к сдаче экзамена	16	устный опрос; проверка выполнения заданий

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Список рекомендуемой литературы

основная:


1. Шука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 1. Вакуумная и плазменная электроника : учебник для академического бакалавриата / А. А. Шука, А. С. Сигов ; под редакцией А. С. Сигова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 172 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01763-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/433735>
2. Шука, А. А. Электроника в 4 ч. Часть 2. Микроэлектроника : учебник для академического бакалавриата / А. А. Шука, А. С. Сигов ; ответственный редактор А. С. Сигов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 326 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-01867-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/434302>

дополнительная:

1. Чехлова, Т. К. Учебное пособие по курсу «Физическая электроника» для преподавания с использованием мультимедийных технологий / Т. К. Чехлова. — М.: Российский университет дружбы народов, 2013. — 124 с. — ISBN 978-5-209-04770-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/22155.html>
2. Валухов, Д. П. Физические основы электроники: учебное пособие / Д. П. Валухов, 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>

учебно-методическая

1. Семенов, А. Л. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине «Физическая электроника» студентов бакалавриата по направлению 03.03.03 «Ра-

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

мат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Разработчик


подпись

профессор

должность

Семенов А.Л.

ФИО