

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
физики твердого тела и наноструктур
(Середин П.В.)

31.08.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.11 Физика твердотельных структур

1. Код и наименование направления подготовки:

03.03.02 Физика

2. Профиль подготовки:

Физика твердого тела

3. Квалификация выпускника: бакалавр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы:

Юраков Юрий Алексеевич, доктор физико-математических наук, ст. научный сотрудник

7. Рекомендована:

НМС физического факультета ВГУ, протокол от 14.06.2022г. №6

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр: седьмой

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов комплекса знаний, умений и навыков, необходимых при решении теоретических и практических задач, возникающих в научно-практическом направлении, сформированном на стыке трех наук - физики твердого тела, микроэлектроники, физики полупроводниковых приборов.

Задачей дисциплины является усвоение основных принципов физических явлений и закономерностей, положенных в основу работы различных приборов и устройств твердотельной микроэлектроники, ознакомление с их конструкциями, технологией изготовления и областями применения. Задачей курса является также приобретение студентами навыков использования теоретических знаний в практической деятельности.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к вариативной части блока Б1.

11. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины:

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	назвать: понятийный аппарат (терминологию) дисциплины, физические принципы работы твердотельных микроэлектронных структур, являющихся основными составными элементами приборов и интегральных схем, уметь: решать практические задачи, связанные с проектированием и разработкой приборов и устройств твердотельной микроэлектроники владеть: навыками подбора материалов с заданными электрофизическими свойствами для проектирования твердотельных структур, используемых в функциональной электронике.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 2/72.

Форма промежуточной аттестации зачет

13 Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		7 семестр		
Аудиторные занятия	34	34		
в том числе: лекции	–	–		
лабораторные	34	34		
Самостоятельная работа	38	38		
Форма промежуточной аттестации	зачет	зачет		
Итого:	72	72		

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Лабораторная работа «Изучение свойств электронно-дырочного перехода»	Полупроводниковые р-п переходы. Физический р-п переход, контактная разность потенциалов. Диффузионная емкость, зависимость от частоты переменного сигнала. Виды пробоя р-п переходов: тепловой, туннельный, лавинный.
2	Лабораторная работа «Изучение электропроводности металлов»	Электропроводность металлов. Зависимость электропроводности от температуры, температурный коэффициент сопротивления. Электропроводность вблизи абсолютного нуля температур.
3	Лабораторная работа «Изучение электропроводности полупроводников».	Электропроводность полупроводников. Перенос заряда в полупроводниках, температурная зависимость электропроводности в полупроводниках. Использование температурной зависимости в приборах.
4	Лабораторная работа «Изучение физических принципов работы фотодиодов»	Принцип работы фотодиода. Работа фотодиода в вентильном и диодном режимах. Спектральная и интегральная чувствительность фотодиода. Инерционные процессы при включении и выключении света.
5	Лабораторная работа «Изучение физических принципов работы фоторезисторов»	Фотопроводимость в полупроводниках. Фоторезистор как прибор с внутренним усилением. Особенности спектральной характеристики фоторезистора. Инерционные процессы в фоторезисторе при включении и выключении света.
6	Лабораторная работа «Изучение физических принципов работы диодов Шоттки»	Диоды Шоттки. Зонная диаграмма контакта металл - полупроводник. Формирование потенциального барьера на границе металл-полупроводник. Диффузионная и диодная теории выпрямления. Влияние температуры на перенос заряда.

13.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Лабораторная работа «Изучение свойств электронно-дырочного перехода»			6	7	13
2	Лабораторная работа «Изучение электропроводности металлов »			6	7	13
3	Лабораторная работа «Изучение электропроводности полупроводников ».			6	7	13
4	Лабораторная работа «Изучение физических принципов работы фотодиодов»			6	7	13
5	Лабораторная работа «Изучение физических принципов работы фоторезисторов»			5	5	10
6	Лабораторная работа «Изучение физических принципов работы физических принципов работы диодов Шоттки »			5	5	10
	Итого:			34	38	72

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Физика твердотельных структур» реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	В.В. Пасынков Полупроводниковые приборы : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению

	подготовки бакалавров и магистров "Электроника и микроэлектроника" и по направлению подготовки дипломированных специалистов "Электроника и микроэлектроника" /В.В. Пасынков, Г.К. Чиркин .— Изд. 8-е, испр. — СПб. : Лань, 2006 .— 478,[1]с.
2	Гуртов В.А.. Твердотельная электроника : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки бакалавров, магистров 010700 "Физика" и специальности 010701 "Физика" / В. Гуртов .— 2-е изд., доп. — М. : Техносфера, 2007 .— 406 с. : ил. — (Мир электроники) .— Библиогр.: с.401-404 .— Предм. указ. : с.405-406 .— ISBN 978-5-94836- 120-8.
3	А.Н. Игнатов Классическая электроника и наноэлектроника : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки дипломированных специалистов 210400 - "Телекоммуникации" / А.Н. Игнатов, Н.Е. Фадеева, В.Л. Савиных .— М. : Флинта : Наука, 2009.— 725, [1] с. : ил. — Библиогр.: с.715-716 .— ISBN 978-5-9765-0263-5 .— ISBN 978-5-02-034782-3.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Физика полупроводниковых приборов / И. М. Викулин, В. И. Стафеев .— 2-е изд., перераб.и доп. — М. : Радио и связь, 1990 .— 263 с.
2	Зи С. Физика полупроводниковых приборов : в 2 кн. / С. Зи ; пер. с англ. под ред. Р.А. Суриса .— М. : Мир, 1984-.[Кн.] 1 / пер. с англ. В.А. Гергеля и В.В. Ракитина .— 1984 .— 455 с. : ил.
3	Зи С. Физика полупроводниковых приборов : в 2 кн. / С. Зи ; пер. с англ. под ред. Р.А. Суриса .— М. : Мир, 1984-.[Кн.] 2 / пер. с англ. В.А. Гергеля, Н.В. Зыкова, Б.И. Фукса и Р.З.Хафизова .— 1984 .— 455 с. : ил., табл.
4	Физика полупроводниковых приборов / А.И. Лебедев .— М. : Физматлит, 2008 .— 487 с. : ил. — Библиогр.: с.463-477 .— Предм. указ.: с.478-487 .— ISBN 978-5-9221-0995-6.
5	Физика полупроводниковых приборов микроэлектроники : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" / В.И. Старосельский .— М. : Юрайт, 2011 .— 463 с. : ил. — (Основы наук) .— Библиогр. в конце глав.— ISBN 978-5-9916-0808-4 : 2500 .— ISBN 978-5-9692-0962-6 : 2500.
6	Физика полупроводниковых приборов : В 2 кн. / М. Шур ; Пер. с англ. А.А. Кальф [и др.]; Под ред. Ю.Д. Биленко, В.Л. Видро .— М. : Мир, 1992 -. Кн.1 .— 1992 .— 479,[1]с. : ил .— ISBN 5030025146 : 375.00 .— ISBN 5030025618
7	Физика полупроводниковых приборов : В 2 кн. / М. Шур ; Пер. с англ. под ред. Ю.Д. Биленко, В.Л. Видро .— М. : Мир, 1992 -.Кн.2 .— 1992 .— 294,[2]с. : ил.,прил .— ISBN 5030025154 : 347.50 .— ISBN 5030025618.
8	Физика твердотельных структур : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: А.Н. Лукин, Е.А. Тутов .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2007 .— 47 с. : ил .— Библиогр.: с.46 .

в)информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
1.	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ
2.	http://vivovoco.rsl.ru/VV/JOURNAL/NATURE/06_01/LIGHT.HTM
3.	http://journals.ioffe.ru/ftt
4.	https://edu.vsu.ru – Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"
5.	http://journals.ioffe.ru/ftp

17. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебно-лабораторные стенды:

«Свойства р-п перехода»

«Электропроводность металлов»

«Фотодиод»

«Электропроводность полупроводников»

«Фоторезистор»

«Контакт металл-полупроводник»

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

18. Критерии аттестации по итогам освоения дисциплины:

Оценка	Критерии оценки
Зачтено	Студент свободно владеет материалом. Может правильно написать формульные выражения, изобразить графические зависимости и прокомментировать их. Допускает при изложении отдельные неточности непринципиального характера.
Не зачтено	Студент показывает отсутствие знаний по ряду принципиальных вопросов программы. Не может описать физические процессы в рамках современных квантово-механических закономерностей. Не владеет терминологией. Имеет существенные пробелы в знаниях, не позволяющие ему продолжать дальнейшее обучение по выбранной специальности.

Программа рекомендована НМС физического факультета ВГУ, протокол №6 от 14.06.2022 г.