

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



(Овчинников О.В.)

подпись

14.06.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Устройств нанопотоники

*Код и наименование дисциплины в
соответствии с Учебным планом*

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:
12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки / специализация: материалы и устройства фотоники и оптоинформатики
3. Квалификация (степень) выпускника: высшее образование (магистр)
4. Форма обучения: _____ очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:
кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы: _____
Смирнов Михаил Сергеевич
(ФИО, ученая степень, ученое звание)
доктор физико-математических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 13.06.2024
(наименование recommending structure, date, protocol number)
8. Учебный год: 2024/2025 Семестр(ы): 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции магистрантов физического факультета, обучающихся по программе "Материалы и устройства фотоники и оптоинформатики", в области устройств фотоники, конструируемых, прежде всего, на основе наноматериалов.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить основные принципы конструирования устройств нанофотоники;
- сформировать знания об электролюминесцентных излучателях, фотокатализаторах на основе наночастиц, наноструктурированных био- и химических сенсорах, полупроводниковых детекторах электромагнитного излучения; наноструктурированных системах фотовольтаики.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Курс Б1.В.ДВ.02.02 "Устройства нанофотоники" является дисциплиной по выбору вариативной части цикла Б1.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Код	Название компетенции	Код(ы)		Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способен разрабатывать новые технологии создания оптических сред, материалов и устройств	ПК-4.1	Производит согласование возможности и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов	знать: основные подходы к согласованию возможности и порядка использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов уметь: порядок использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов владеть: современными методиками использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и апробированию технологических процессов
		ПК-4.2	Формулирует техническое задание на проведение исследований материалов для устройств фотоники и оптоинформатики для экспериментальной проверки технологических процессов	знать: приёмы формулирования технического задания на проведение исследований материалов для устройств фотоники и оптоинформатики для экспериментальной проверки технологических процессов уметь: Формулировать техническое задание на проведение исследований материалов для устройств фотоники и оптоинформатики для экспериментальной проверки технологических процессов владеть: Навыками проведения исследований материалов для устройств фотоники и оптоинформатики для экспериментальной проверки технологических процессов

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах в соответствии с учебным планом — 3 / 108.

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

13 Виды учебной работы:

Вид учебной работы		Трудоемкость	
		Всего	По семестрам
			1
Аудиторные занятия		30	30
в том числе:	лекции	30	30
	практические		
	лабораторные		
Самостоятельная работа		78	78
в том числе: курсовая работа (проект)			
Форма промежуточной аттестации			<i>Зачет с оценкой</i>
Итого:		108	108

13.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	<i>Введение в нанофотонику</i>	<i>Классификация низкоразмерных объектов. Оптические свойства наноматериалов: металлические кластеры, полупроводниковые кластеры, квантовые ямы, квантовые точки. Использование квантоворазмерных эффектов для создания источников излучения.</i>
2	<i>Нанозлектронные лазеры</i>	<i>Нанозлектронные лазеры с горизонтальными резонаторами. Нанозлектронные лазеры с вертикальными резонаторами. Оптические модуляторы</i>
3	<i>Нанозлектронные устройства на жидких кристаллах</i>	<i>Общие сведения. Электрооптический модулятор. Светоклапанные модуляторы. Плоские телевизоры, дисплеи и светоклапанные модуляторы видеопроекторов. Жидкокристаллические дисплеи широкого применения.</i>
4	<i>Излучающие приборы на основе органических наноматериалов</i>	<i>Общие сведения. Органические светодиоды. Технологии получения органических светодиодов. Получение цветного изображения в OLED-дисплеях. Использование MEMS-ключей вместо транзисторов в AMOLED. Состояние разработок устройств и систем на основе органических светодиодов.</i>
5	<i>Фотоприемные нанозлектронные приборы</i>	<i>Фотоприемники на квантовых ямах. Фотоприемники на основе квантовых точек</i>
6	<i>Фотоматрицы широко применения</i>	<i>Общие сведения. Характеристики матриц. Типы матриц по применяемой технологии. Методы получения цветного изображения фотоматрицах</i>

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	<i>Введение в нанофотонику</i>	5	-	-	13	18
2	<i>Нанозлектронные лазеры</i>	5	-	-	13	18
3	<i>Нанозлектронные устройства на жидких кристаллах</i>	5	-	-	13	18
4	<i>Излучающие приборы на основе органических наноматериалов</i>	5	-	-	13	18
5	<i>Фотоприемные нанозлектронные приборы</i>	5	-	-	13	18
6	<i>Фотоматрицы широко применения</i>	5	-	-	13	18

Итого:	30		78	108
--------	----	--	----	-----

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- 1) *Лекции.* В ходе лекционных занятий студенту необходимо вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций
- 2) *Самостоятельная работа студента.* Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- 3) *Подготовка к аттестации.* В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, заданий для выполнения практических работ, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

15. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

(список оформляется в соответствии с требованиями ГОС и ФГОС, используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№п/п	Источник
1.	Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Электроника и нанозлектроника" и "Телекоммуникации" / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2011. — 538 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 526-530.
2.	Щапова, И. А. Основы оптоэлектроники и лазерной техники : учебное пособие / И. А. Щапова. — 4-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2022. — 235 с. — Режим доступа: по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103827

б) дополнительная литература:

№п/п	Источник
3.	Носов, Ю. П. Оптоэлектроника / Ю. П. Носов. — М. : Советское радио, 1977. — 230, [2] с.
4.	Оптоэлектроника / О. Н. Ермаков [и др.]. — М. : Янус-К, 2010. — (Электроника в техническом университете. Прикладная электроника / под общ. ред. И. Б. Федорова). — ISBN 978-5-8037-0505-5.
5.	Игнатов А. Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: учеб. пособие / А. Н. Игнатов. — Москва : Эко-трендз, 2006. — 272 с. : ил.,
6.	Карих Е. Д. Оптоэлектроника: Учеб. пособие для студ. специальностей "Радиофизика", "Физическая электроника" вузов / Е. Д. Карих. — Минск: БГУ, 2000. — 262, [1] с. — ISBN 985-445-277-8: 30. 00.
7.	Носов, Юрий Романович. Оптоэлектроника / Ю. П. Носов. — М. : Советское радио, 1977. — 230, [2] с.

8.	Страховский Г. М., Основы квантовой электроники / Г. М. Страховский, А. В. Успенский - М.: Высшая школа, 1973. - 312с.
9.	Ярив А. Квантовая электроника / А. Ярив - М.: Советское радио, 1980. - 488с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№п/п	Источник
10.	Электронно-библиотечная система ВООК.ru https://www.book.ru/
11.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
12.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
13.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») –
14.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
15.	Национальный цифровой ресурс "РУКОНТ" – http://rucont.ru

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№п/п	Источник
1.	Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника: [учебно-пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки "Электроника и наноэлектроника" и "Телекоммуникации"] / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2011. — 538с.: ил., табл. — Библиогр.: с. 526-530.
2.	Носов, Ю. Р. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов. — М.: Советское радио, 1977. — 230с.
3.	Оптоэлектроника / О. Н. Ермаков [и др.]. — М.: Янус-К, 2010. — (Электроника в техническом университете. Прикладная электроника / под общ. ред. И. Б. Федорова). — ISBN 978-5-8037-0505-5.
4.	Игнатов А. Н. Оптоэлектронные приборы и устройства: учеб. пособие / А. Н. Игнатов. — Москва: Экотрендз, 2006. — 272с.
5.	Карих Е. Д. Оптоэлектроника: Учеб. пособие для студ. специальностей "Радиофизика", "Физическая электроника" вузов / Е. Д. Карих. — Минск: БГУ, 2000. — 262, [1] с. — ISBN 985-445-277-8: 30.00.
6.	Носов, Юрий Романович. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов. — М.: Советское радио, 1977. — 230, [2] с.
7.	Страховский Г. М., Основы квантовой электроники / Г. М. Страховский, А. В. Успенский - М.: Высшая школа, 1973. - 312с.
8.	Ярив А. Квантовая электроника / А. Ярив - М.: Советское радио, 1980. - 488с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

1	Поисковая система e-library.ru
2	Поисковая система google.ru
3	Архив научных журналов http://arch.neicon.ru/
4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека http://window.edu.ru/
5	Электронный каталог ЗНБ ВГУ https://www.lib.vsu.ru/
6	Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета МГУ lib.mechmat.ru

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория (ауд. 129): специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorksTotalAcademicHeadcount394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, этаж – 1, пом. 141

Учебная аудитория (ауд. 133): специализированная мебель, компьютер, мультимедиа-проектор, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ»394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом. I, этаж – 1, пом. 136

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1.	<i>Введение в нанофотонику</i>	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	<i>Вопросы, тест</i>
2.	<i>Наноэлектронные лазеры</i>	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	<i>Вопросы, тест</i>
3.	<i>Наноэлектронные устройства на жидких кристаллах</i>	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	<i>Вопросы, тест</i>
4.	<i>Излучающие приборы на основе органических наноматериалов</i>	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	<i>Вопросы, тест</i>
5.	<i>Фотоприемные наноэлектронные приборы</i>	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	<i>Вопросы, тест</i>
6.	<i>Фотоматрицы широкого применения</i>	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	<i>Вопросы, тест</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – <i>зачет с оценкой</i>				<i>Вопросы, тест</i>

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: вопросы для контроля освоения дисциплины, которые формулируются преподавателем по окончании занятия для закрепления пройденного материала или для подготовки к последующим занятиям. На следующем занятии преподаватель осуществляет устный или письменный опрос. Положительная оценка может быть выставлена по результатам выполнения индивидуального задания.

Пример вопросов (заданий) для текущего контроля усвоения дисциплины:

Сформулируйте следующие основные понятия (укажите смысл терминов):

Назначение фотоприёмников, перечислите типы фотоприёмников, перечислите характеристики фотоэлектрических фотоприёмников, как связаны квантовый выход фотопроводимости и энергетический выход, назначение калориметров, принцип действия болометров, принцип действия пирозлектрических приёмников, что такое внешний фотоэффект, что такое внутренний фотоэффект, фоторезисторы, фотодиоды, фототранзисторы, фототиристоры, типы приемников излучения с внутренним усилением фототока, фотоприёмники на барьере Шоттки, фотоприёмники на рп-переходе, могоэлементные приемники излучения на основе фотодиодов и фоторезисторов, прибор с зарядовой связью, многоэлементные приемники излучения на основе приборов с зарядовой инжекцией.

20.2. Промежуточная аттестация

Оценка на зачете может быть выставлена по результатам текущего контроля успеваемости при выполнении всех следующих условий обучающимся:

- посещение 80% и более лекционных занятий;
- успешно пройдена текущая аттестация (положительная оценка по результатам ответов на вопросы)

В случае невыполнения обозначенных условий, студент вправе сдавать зачет в форме устного ответа на вопрос. На подготовку ответа выделяется 45 мин, за это время студент готовит опорный конспект ответа.

Перечень вопросов к зачёту с оценкой:

1. Классификация низкоразмерных объектов.
2. Оптические свойства наноматериалов: металлические кластеры, полупроводниковые кластеры, квантовые ямы, квантовые точки
3. Использование квантоворазмерных эффектов для создания источников излучения.
4. Электрооптический модулятор.
5. Светоклапанные модуляторы.
6. Оптические модуляторы.
7. Нанозлектронные лазеры с горизонтальными резонаторами.
8. Нанозлектронные лазеры с вертикальными резонаторами.
9. Органические светодиоды. Технологии получения органических светодиодов.
10. Получение цветного изображения в OLED-дисплеях. Использование MEMS-ключей вместо транзисторов в AMOLED.
11. Состояние разработок устройств и систем на основе органических светодиодов.
12. Фотоприемные нанозлектронные приборы.
13. Фотоматрицы широкого применения.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лекционных занятий. Ответ на вопрос во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы. Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований.</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Ответ на вопрос не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Недостаточно продемонстрировано теоретических основ дисциплины.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Ответ на вопрос не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Имеет не полное представление о теоретических основах, допускает существенные ошибки.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Ответ на вопрос не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>Неудовлетворительно</i>