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

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии

_____ (Овчинников О.В.)
подпись

05.06.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.02.02 Устройства нанофотоники

1. Код и наименование направления подготовки: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика
2. Профиль подготовки: Материалы и устройства фотоники и оптоинформатики
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы: *Смирнов Михаил Сергеевич, д. ф.–м. н., доцент*

7. Рекомендована: *НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 04.06.2025*
(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2025/2026 **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: дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 "Устройства нанофотоники" относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б1, дисциплины по выбору.

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 — *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			*Зачет с оценкой*
Итого:		108	108

13.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		1. Лекции
1	*Введение в нанофотонику*	*Классификация низкоразмерных объектов. Оптические свойства наноматериалов: металлические кластеры, полупроводниковые кластеры, квантовые ямы, квантовые точки. Использование квантоворазмерных эффектов для создания источников излучения.*
2	*Наноэлектронные лазеры*	*Наноэлектронные лазеры с горизонтальными резонаторами. Наноэлектронные лазеры с вертикальными резонаторами. Оптические модуляторы*
3	*Наноэлектронные устройства на жидких кристаллах*	*Общие сведения. Электрооптический модулятор. Светоклапанные модуляторы. Плоские телевизоры, дисплеи и светоклапанные модуляторы видеопроекторов. Жидкокристаллические дисплеи широкого применения.*
4	*Излучающие приборы на основе органических наноматериалов*	*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.*
5	*Фотоприемные наноэлектронные приборы*	*Фотоприемники на квантовых ямах. Фотоприемники на основе квантовых точек*
6	*Фотоматрицы широкого применения*	*Общие сведения. Характеристики матриц. Типы матриц по применяемой технологии. Методы получения цветного изображения в фотоматрицах*

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практи-ческие	Лабора-торные	Самостоятель-ная работа	Всего
1	*Введение в нанофотонику*	*5*	*-*	*-*	*13*	*18*
2	*Наноэлектронные лазеры*	*5*	*-*	*-*	*13*	*18*
3	*Наноэлектронные устройства на жидких кристаллах*	*5*	*-*	*-*	*13*	*18*
4	*Излучающие приборы на основе органических наноматериалов*	*5*	*-*	*-*	*13*	*18*
5	*Фотоприемные наноэлектронные*	*5*	*-*	*-*	*13*	*18*
6	*Фотоматрицы широкого применения*	*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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Игнатов А.Н. Оптоэлектроника и нанофотоника : [учебное пособие для студентов, обучающихся по направлениям подготовки "Электроника и наноэлектроника" 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.Р. Оптоэлектроника / Ю. Р. 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

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
10.	*Электронно-библиотечная система BOOK.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, задачники, методические указания по выполнению

практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1.	*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.*
2.	*Носов, Юрий Романович. Оптоэлектроника / Ю. Р. Носов .— М. : Советское радио, 1977 .— 230,[2] с.*
3.	*Страховский Г.М., Основы квантовой электроники / Г.М. Страховский, А.В. Успенский - М. : Высшая школа, 1973. - 312 с.*
4.	*Ярив А. Квантовая электроника / А. Ярив - М. : Советское радио, 1980. - 488 с.*

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

В учебном процессе используются традиционные и дистанционные образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и лабораторные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения устных вопросов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, цели занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Озвучивание темы следующего занятия.

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.

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Специализированная мебель, проектор, ноутбук, экран. WinPro 8, OfficeStandard 2019, «Антиплагиат.ВУЗ», MathWorks TotalAcademicHeadcount.

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.	*Введение в нанофотонику*	ПК-4	ПК-4.1, ПК-4.2	*Вопросы*
2.	*Наноэлектронные лазеры*			
3.	*Наноэлектронные устройства на жидких кристаллах*			
4.	*Излучающие приборы на основе органических наноматериалов*			
5.	*Фотоприемные наноэлектронные приборы*			
6.	*Фотоматрицы широкого применения*			
Промежуточная аттестация форма контроля – *зачет с оценкой*				*Вопросы*

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие

процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Студент получает два вопроса из списка, время подготовки 40 минут, время ответа не более 10 мин.

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 пироэлектрических 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 pn-переходе, могоэлементные приемники излучения на основе фотодиодов и фоторезисторов, прибор с зарядовой связью, многоэлементные приемники излучения на основе приборов с зарядовой инжекцией.

Критерии и шкалы оценивания:

•_____ 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

•_ 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

•_____ 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за КИМ, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

4 балла - «отлично»; 3 балла - «хорошо»; 2 балла - «удовлетворительно»; от 0 до 1 баллов – «неудовлетворительно».

20.2. Промежуточная аттестация

Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине – зачет с оценкой.

Оценка за зачет может быть выставлена по результатам текущей успеваемости обучающегося в течение семестра на заключительном занятии. Оценки вносятся в аттестационную ведомость. При несогласии студента с оценкой последний вправе сдавать зачет на общих основаниях.

Промежуточная аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Студент получает два вопроса из списка, время подготовки 40 минут, время ответа не более 10 мин.

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. Наноэлектронные лазеры с горизонтальными резонаторами.
8. Наноэлектронные 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 наноэлектронные приборы.
13. Фотоматрицы широкого применения.

Критерии и шкалы оценивания:

• 2 балла – обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 1 балл – обучающийся частично владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;

• 0 баллов – обучающийся не владеет понятийным аппаратом и теоретическими основами по поставленному вопросу, не способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований

В зависимости от набранного балла за КИМ, выставляется оценка по четырехбалльной шкале:

4 балла - «отлично»; 3 балла - «хорошо»; 2 балла - «удовлетворительно»; от 0 до 1 баллов – «неудовлетворительно».