

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

УТВЕРЖДАЮ



Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии

(Овчинников О.В.)

05.06.2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.06 Прикладная оптика

1. Код и наименование направления подготовки: 03.04.02 Физика
2. Профиль подготовки: Оптика и нанофотоника
3. Квалификация выпускника: магистр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: кафедра оптики и спектроскопии
6. Составители программы: Смирнов Михаил Сергеевич, доктор физико-математических наук, доцент, Гревцева Ирина Геннадьевна, к. ф.-м. н., доцент
7. Рекомендована: НМС физического факультета ВГУ, протокол №6 от 04.06.2025
8. Учебный год: 2026/2027 Семестр(ы): 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции студентов физического факультета, обучающихся по магистерской программе "Оптика и нанофотоника", в области основ технической оптики, принципов расчета сложных оптических систем, применяемых в различных устройствах оптоэлектроники и фотоники.

*Задачи учебной дисциплины:*

- познакомить студентов с современными проблемами, стратегиями в области расчета, проектирования, центрировки и сборки и контроля параметров сложных оптических систем, применяемых при создании устройств оптоэлектроники и фотоники.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.07), блок Б1.

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

| Код    | Название компетенции                                                                                                                                                | Код(ы) | Индикатор(ы)                                                                                                                                                                                        | Планируемые результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК – 4 | Способен профессионально работать с исследовательскими и испытательным оборудованием, приборами и установками в предметной области квантовой электроники и фотоники | ПК-4.1 | Проводит научные исследования в области оптики, нанофотоники, оптических материалов и технологий, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки                  | <b>Знать:</b> основные физические процессы, явления и закономерности, лежащие в основе работы оптических приборов;<br><b>Уметь:</b> строить модели планируемых наблюдений с оценкой эффективности использования спектрального оборудования с заданными параметрами.<br><b>Владеть:</b> представлением об основных областях применения, тенденциях и направлениях развития оптических технологий. |
|        |                                                                                                                                                                     | ПК-4.2 | Решая различные профессиональные задачи, применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов и технологического оборудования. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|        |                                                                                                                                                                     | ПК-4.3 | Согласовывает возможности и порядок использования лабораторного оборудования для исследовательских и экспериментальных работ по анализу материалов и опробованию                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|  |  |  |                           |  |
|--|--|--|---------------------------|--|
|  |  |  | технологических процессов |  |
|--|--|--|---------------------------|--|

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

**Форма промежуточной аттестации: зачет**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

| Вид учебной работы                      |              | Трудоемкость |              |
|-----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                         |              | Всего        | По семестрам |
|                                         |              |              | № 2          |
| Аудиторные занятия                      |              | 30           | 30           |
| в том числе:                            | лекции       |              |              |
|                                         | практические |              |              |
|                                         | лабораторные | 30           | 30           |
| Самостоятельная работа                  |              | 42           | 42           |
| в том числе: курсовая работа (проект)   |              |              |              |
| Форма промежуточной аттестации<br>Зачет |              |              |              |
| Итого:                                  |              | 72           | 72           |

**13.1. Содержание дисциплины**

| п/п                            | Наименование раздела дисциплины                                                            | Содержание раздела дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК * |
|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>1. Лабораторные занятия</b> |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                              |
| 1.                             | «Измерение фокусных расстояний, фокальных отрезков и рабочих расстояний оптических систем» | <p>Центрированные оптические системы. Кардинальные точки оптической системы. Построение изображений. Формулы идеальной оптической системы. Расчет параксиальных характеристик простой линзы и склеенного объектива по формулам идеальной оптической системы. Составление чертежа линз и склеенного объектива с указанием положения главных плоскостей и численного значения всех отрезков.</p> <p>Принципы построения, параметры и характеристики телескопической системы Кеплера и телескопической системы Галилея. Устройство и назначение коллиматора и автоколлиматора. Устройство оптической скамьи ОСК-2ЦЛ. Способы измерения фокусных расстояний линзы. Измерение фокального отрезка линзы.</p> |                                                              |

**13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий**

| № п/п | Наименование темы (раздела) дисциплины                                                     | Виды занятий (количество часов) |              |              |                        |       |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------|
|       |                                                                                            | Лекции                          | Практические | Лабораторные | Самостоятельная работа | Всего |
| 1     | «Измерение фокусных расстояний, фокальных отрезков и рабочих расстояний оптических систем» | -                               | -            | 30           | 42                     | 72    |
|       | Итого:                                                                                     |                                 |              | 30           | 42                     | 72    |

**14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.
- Подготовка к лабораторным занятиям.

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 лабораторных 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. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Ландсберг, Г. С. Оптика : учебное пособие / Г. С. Ландсберга. — 7-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 852 с. — ISBN 978-5-9221-1742-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105019">https://e.lanbook.com/book/105019</a> (дата обращения: 21.10.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 2.    | Бутиков Е.И. Оптика / Е.И. Бутиков — Москва: Лань, 2012. — 607с.: ил. <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2764">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=2764</a> >.                                                                                                                                             |

б) дополнительная литература:

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                         |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.    | Трофимова Т.И. Основы физики. Книга 4. Волновая и квантовая оптика. М. Высшая школа. 2007г. 215с.                                                                                |
| 4     | Лебедева В.В. Экспериментальная оптика: Учеб. для студ.вузов, обуч. по спец.и направлению "Физика" / В.В. Лебедева. М.Физический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова. 2005г. 282с. |
| 5     | Борн М. Основы оптики / М. Борн, Э. Вольф. - М. : Наука, 1978. - 719 с.                                                                                                          |
| 6     | Физическая оптика : Учебник для вузов по направлению и специальности "Физика" / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. — М. : Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 655 с.                            |
| 7     | Годжаев Н.М. Оптика / Н.М. Годжаев. - М. : Высш. шк., 1977. - 432 с.                                                                                                             |
| 8     | Ландау Л.Д. Статистическая физика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. — М : Наука, 1964. - 568 с.                                                                                        |
| 9     | Либенсон М.Н. Работают поверхностные электромагнитные волны / М.Н. Либенсон // Природа. - 1997. - № 4. - С. 82 – 91.                                                             |
| 10    | Вайнштейн Л.А. Теория дифракции и метод факторизации / Л.А. Вайнштейн. - М. : Сов. Радио, 1966. - 432 с.                                                                         |
| 11    | Лебедева В. В. Техника оптической спектроскопии: Учебное пособие для студ. физич. и физ.-мат. фак-в ун-тов / В.В. Лебедева. — М. : Изд-во Московского ун-та, 1977. — 383 с.      |
| 12    | Малышев В.И. Введение в экспериментальную спектроскопию / В.И. Малышев. — М. : Изд. физ.-мат. лит. лит., 1979. — 480 с.                                                          |
| 13    | Зайдель А.Н. Техника и практика спектроскопии / А.Н. Зайдель, Г.В. Островский, Ю.И. Островский. — М. : Наука, 1976. - 392 с.                                                     |
| 14    | Нагибина И.М. Спектральные приборы и техника спектроскопии / И.М. Нагибина, В.К. Прокофьев. — М.-Л. : Изд. Машиздат. [Лен. Отд-е], 1963. — 271 с.                                |
| 15    | Толмачев Ю.А. Новые спектральные приборы: Принципы работы / Ю. А. Толмачев - Л. : Изд. ЛГУ, 1976. — 126 с.                                                                       |
| 16    | Ломоносова Л.С. Спектральный анализ / Л.С. Ломоносова, О.Б. Фалькова. — М. : Металлург. издат, 1964. - 418 с.                                                                    |

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

| № п/п | Ресурс                                                                                                               |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17    | Поисковая система e-library.ru                                                                                       |
| 18    | Поисковая система google.ru                                                                                          |
| 19    | Архив научных журналов <a href="http://arch.neicon.ru/">http://arch.neicon.ru/</a>                                   |
| 20    | Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Библиотека <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a> |
| 21    | Электронный каталог ЗНБ ВГУ <a href="https://www.lib.vsu.ru/">https://www.lib.vsu.ru/</a>                            |

|    |                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22 | Электронная библиотека Попечительского совета механико-математического факультета<br>МГУ lib.mexmat.ru |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

| № п/п | Источник                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.    | Прикладная физическая оптика : Учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Оптехника" и специальностям "Лазер.техника и лазер. технологии", "Опт.технологии" / И.М.Нагибина, В.А.Москалев, Н.А.Полушкина, В.Л.Рудин .— 2-е изд., испр. и доп. — М. : Высш. шк., 2002. — 564,[1] с. : ил., табл. — ISBN 5-06-004039-9 : 108.00.                                                                        |
| 2.    | Прикладная оптика : [учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению подготовки 200200 - Оптехника и опт. специальностям] / [Л. Г. Бебчук и др.] ; под ред. Н. П. Заказнова .— Изд. 3-е, стер. — СПб. [и др.] : Лань, 2009. — 311, [1] с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература) .— Авт. указаны на обороте тит. л. — Указ. : с. 302-309 .— Библиогр.: с. 300-301 .— ISBN 978-5-8114-0757-6. |
| 3.    | Прикладная физическая оптика : Учебное пособие для студ. инженер.-физ. и опт. специальностей вузов / В.А.Москалева, И.М.Нагибина, Н.А.Полушкина и др. ; Под общ. ред. В.А.Москалевой .— СПб. : Политехника, 1995. — 527,[1]с. : ил. — ISBN 5-7325-0010-3 : 16.00.                                                                                                                                                |

## 17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные и практические 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 докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей 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. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

Организационная структура лабораторного занятия: 1. Формулировка целей занятия и ответы на вопросы студентов. 2. Ознакомление с теоретической основой работы, основными приемами и техникой безопасности при работе с используемыми приборами и реактивами. 3. Выполнение экспериментальной части работы. 4. Обработка экспериментальных результатов и предоставление их для предварительной проверки преподавателю.

Защита лабораторной работы проводится с целью выявления уровня освоения материала по тематике работы, способности дать правильную трактовку результатам, полученным при выполнении работы. Защита работы заключается в оформлении работ, устной беседе преподавателя со студентом по полученным в работе результатам и основным теоретическим понятиям по теме работы.

Текущий контроль проводится путем проверки выполнения домашнего задания, входного контроля (в виде самостоятельных и контрольных работ, докладов и рефератов).

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:

Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ, Проектор BenQ MS 612ST, Доска магнитно-маркерная 100\*200. Программное обеспечение: ОС Windows (WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc), Microsoft Office (OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc). Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL

Each Academic Edition Additional Product. Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks. Система инженерного моделирования ANSYS HF Academic Research.

Учебно-научная аудитория, оснащенная оптической скамьей ОСК-2ЦЛ.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ" (<https://edu.vsu.ru>).

## 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     | «Измерение фокусных расстояний, фокальных отрезков и рабочих расстояний оптических систем» | ПК-4           | ПК-4.1<br>ПК-4.2<br>ПК-4.3          | Опрос, отчет по лабораторной работе |

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос); лабораторных работ; оценки результатов практической деятельности (решение задач, работа на семинарах). Критерии оценивания приведены ниже. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на экзамене учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами волновых явлений;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований в оптике;
- 4) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов
- 5) владение понятийным аппаратом и умение применять теоретические знания для решения практических задач.

### 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Выполнение лабораторных работ

Примерный перечень лабораторных работ:

#### - Лабораторная работа №1

«Измерение фокусных расстояний, фокальных отрезков и рабочих расстояний оптических систем»

Студент должен ознакомиться с порядком выполнения задания, при помощи преподавателя выполнить практическую часть работы, представить полученные результаты преподавателю, оформить работу и сформулировать выводы.

#### Примеры контрольных вопросов к отчету по лабораторным работам:

1. Схемы, параметры и характеристики оптических систем.
2. Принципы построения, параметры и характеристики телескопической системы Кеплера и телескопической системы Галилея.

3. Устройство и назначение коллиматора и автоколлиматора. Теоретические положения о кардинальных элементах оптических систем.
4. Построение изображений в оптической системе.
5. Основные формулы идеальной оптической системы.
6. Определение кардинальных элементов простой линзы в воздухе.
7. Устройство оптической скамьи ОСК-2ЦЛ.
8. Способы измерения фокусных расстояний линзы.

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если задание выполнено и даны правильные ответы на большинство вопросов к работе;
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если задание не выполнено или выполнено с существенными замечаниями.