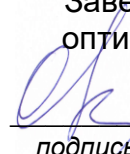


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
оптики и спектроскопии



подпись

Овчинников О.В.

21.06.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.04.02 Теория оптических измерений

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: Перспективные материалы и устройства фотоники

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 20.06.2023

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 3

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целями освоения учебной дисциплины являются: формирование профессиональной компетенции у магистрантов физического факультета, обучающихся по программе “Перспективные материалы и устройства фотоники”, в области теории оптических измерений.

Задачи учебной дисциплины:

- изучить методы измерения параметров оптических материалов и характеристик оптических систем;
- сформировать знания об интерференционных измерениях, измерениях параметров световой волны, оптических измерениях неоптических параметров;
- уметь исследовать качество оптического изображения.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, дисциплины по выбору (Б1.В.ДВ.4), 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-3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники	ПК-3.1.	Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	Знать: понятие о методах и принципах измерения параметров и характеристик оптических систем и элементов, принципы синтеза современных методов и средств оптических измерений в соответствии с поставленными научными и практическими задачами; Уметь: производить подбор оптического оборудования для достижения профессиональных целей; Владеть: навыками работы на аппаратуре оптических измерений, выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей.
		ПК-3.2.	Решая различные профессиональные задачи, применяет знания физических принципов работы приборов квантовой электроники и фотоники, базовых технологических процессов создания наноматериалов и устройств нанофотоники	Знать: современный подход, математический аппарат, алгоритмы и программы для высокоточного измерения параметров и количественных характеристик оптических систем и элементов, обработки данных при измерительных наблюдениях и исследованиях, интерпретации полученных результатов Уметь: анализировать функциональные и принципиальные схемы оптических контрольно-измерительных устройств и обосновывать требования к их

			оптическим и метрологическим характеристикам Владеть: пониманием методов и принципов измерения параметров и характеристик оптических систем и элементов
--	--	--	---

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

Форма промежуточной аттестации: зачет

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость		
	Всего	По семестрам	
		3	
Аудиторные занятия	30	30	
в том числе:	лекции	30	30
	практические	-	-
	лабораторные	-	-
Самостоятельная работа	42	42	
в том числе: курсовая работа (проект)		-	
Форма промежуточной аттестации		<i>зачет</i>	
Итого:	72	72	

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Основы оптических измерений	<i>Погрешности измерений; Свойства случайных погрешностей измерения; Погрешности функций измеренных величин; Средства измерений; Оптические приборы и приспособления</i>
2.	Измерение характеристик оптических материалов	<i>Основные оптические материалы и их характеристики; Измерение показателей преломления и дисперсии оптического стекла; Гониометрические методы; Рефрактометрические методы; Интерференционный метод Обреимова; Измерение показателей преломления кристаллов; Измерение оптической однородности; Измерение двойного лучепреломления; Определение бессвильности и пузырности</i>
3.	Методы и приборы для измерения линейных и угловых величин оптических деталей	<i>Измерение длины оптических деталей; Измерение длин плоскопараллельных концевых мер; Измерение толщин линз и воздушных промежутков; Измерение толщин тонких пленок; Измерение радиусов кривизны сферических поверхностей; Измерение децентрировки и контроль центрировки линз и линзовых систем; Контроль плоскостей оптических деталей; Измерение углов призм и клиньев; Определение коэффициентов светопоглощения и отражения</i>
4.	Измерение и контроль формы оптических поверхностей	<i>Виды оптических поверхностей и их роль в формировании оптического изображения; Контроль формы плоских поверхностей. Пробное стекло. Интерферометр Физо; Контроль формы сферических поверхностей. Пробное стекло. Интерферометры для бесконтактного контроля сферических поверхностей диаметром до 250 мм. Интерферометр ИТ-172. Светосильный лазерный интерферометр. Базовый интерферометр ИКАП-2.</i>

		<i>Интерферометры с рассеивающей пластиной. Интерферометры сдвига. Голографические интерферометры. Теневые приборы; Краткая характеристика асферических поверхностей. Контактные методы контроля формы асферических поверхностей. бесконтактные методы контроля формы асферических поверхностей. Метод анаберрационных точек для контроля формы отражающих асферических поверхностей второго порядка. Компенсационный метод контроля асферических поверхностей; Интерференционный контроль астрономических зеркал. Метод Гартмана</i>
5.	Контроль основных характеристик оптических систем	<i>Измерение фокусных расстояний. Измерение диаметров входного и выходного зрачков оптических систем; Измерение числовой апертуры микроскопа; Измерение увеличения оптических систем; Измерение поля зрения оптических систем; Измерение виньетирования фотографического объектива; Измерение распределения освещенности в плоскости изображения; Измерение коэффициента светопропускания оптических систем; Измерение коэффициента светорассеяния оптических систем.</i>
6.	Измерение аберраций оптических систем	<i>Измерения геометрических аберраций. Метод визуальных фокусировок; Измерение волновых аберраций; Измерение дисторсии объективов; Измерение аберраций прожекторных зеркал (отражателей); Оценка качества изображения оптической системы; Оптическая передаточная функция и ее измерение.</i>

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Основы оптических измерений	4			6	10
2.	Измерение характеристик оптических материалов	4			8	12
3.	Методы и приборы для измерения линейных и угловых величин оптических деталей	4			6	10
4.	Измерение и контроль формы оптических поверхностей	8			8	16
5.	Контроль основных характеристик оптических систем	6			8	14
6.	Измерение аберраций оптических систем	4			6	10
	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.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, 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.	Кирилловский, К. К. Оптические измерения : учебное пособие : [16+] / К. К. Кирилловский, Т. В. Точилина ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – Часть 5. Аберрации и качество изображения. – 94 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564006 – Библиогр.: с. 90. – Текст : электронный.
2.	Шибеев, С. С. Методы и средства акустооптических измерений : учебное пособие / С. С. Шибеев, А. В. Помазанов, Д. П. Волик ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Южный федеральный университет, Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 113 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500061 – Библиогр.: с. 106-109. – ISBN 978-5-9275-2727-4. – Текст : электронный.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3.	Оптические измерения : учебное пособие / А. Н. Андреев, Е. В. Гаевилов, Г. Г. Ишанин [и др.]. — Москва : Логос, 2020. — 416 с. — ISBN 978-5-98704-173-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/162959 (дата обращения: 09.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4.	Кирилловский, В. К. Современные оптические исследования и измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 304 с. — ISBN 978-5-8114-0989-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167816 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5.	Кирилловский, В. К. Оптические измерения : учебное пособие / В. К. Кирилловский, Т. В. Точилина. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2017 — Часть 4 : Оценка качества оптического изображения и измерение его характеристик — 2017. — 86 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/110448 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

№ п/п	Ресурс
6.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – https://biblioclub.ru/
7.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – http://www.studentlibrary.ru/
8.	ЭБС Лань – https://e.lanbook.com/
9.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – https://urait.ru/
10.	Зональная научная библиотека ВГУ – http://www.lib.vsu.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.	Кирилловский В.К. Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник вопросов и задач. Часть 2. Оценка качества оптического изображения. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». –СПб: НИУ ИТМО, 2011. – 158 с.
2.	Кирилловский В.К. Точилина Т.В. Оптические измерения. Сборник задач. Часть 1. Измерение геометрических параметров. Учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму по дисциплине «Оптические измерения». – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 107 с.
3.	Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы обучающимися в

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

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные 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 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.

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:

Лекционная аудитория: Проектор BenQ MS 612ST, Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, оборудованная: компьютером, мультимедийным проектором BenQ MS612ST, экраном, учебной литературой, доской магнитно-маркерной 100*200.

Аудитория для самостоятельной работы: 15 комп. III поколения, объединенных в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Перечень необходимого программного обеспечения:

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

19. Фонд оценочных средств:

19.1 Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС (средства оценивания)
---	--	---	---------------------------

ПК-3 Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники	<p>Знать: понятие о методах и принципах измерения параметров и характеристик оптических систем и элементов, принципы синтеза современных методов и средств оптических измерений в соответствии с поставленными научными и практическими задачами;</p> <p>Уметь: производить подбор оптического оборудования для достижения профессиональных целей;</p> <p>Владеть: навыками работы на аппаратуре оптических измерений, выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей.</p>	Разделы 1-6	Устный опрос
Промежуточная аттестация (зачёт)			КИМ

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на экзамене используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

1. знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами дисциплины;
2. умение связывать теорию с практикой;
3. умение описывать основные характеристики, методики контроля и допуски на параметры оптических деталей;
4. владение знаниями о современных методиках контроля параметров оптических деталей.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Посещение лабораторных занятий. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы.</i>	<i>Повышенный базовый и пороговый уровни</i>	<i>зачтено</i>
<i>Систематические пропуски лабораторных занятий без уважительной причины. Неумение давать ответы на вопросы</i>	-	<i>не зачтено</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

- 1. Погрешности измерений; Свойства случайных погрешностей измерения; Погрешности функций измеренных величин; Средства измерений;*
- 2. Оптические приборы и приспособления*
- 3. Основные оптические материалы и их характеристики;*
- 4. Измерение показателей преломления и дисперсии оптического стекла; Гониометрические методы; Рефрактометрические методы; Интерференционный метод Обреимова;*
- 5. Измерение показателей преломления кристаллов; Измерение оптической однородности;*
- 6. Измерение двойного лучепреломления; Определение бессвильности и пузырности;*
- 7. Измерение длины оптических деталей; Измерение длин плоскопараллельных концевых мер;*
- 8. Измерение толщин линз и воздушных промежутков; Измерение толщин тонких пленок;*
- 9. Измерение радиусов кривизны сферических поверхностей; Измерение децентрировки и контроль центрировки линз и линзовых систем;*
- 10. Контроль плоскостей оптических деталей; Измерение углов призм и клиньев;*
- 11. Определение коэффициентов светопоглощения и отражения.*
- 12. Виды оптических поверхностей и их роль в формировании оптического изображения;*
- 13. Контроль формы плоских поверхностей. Пробное стекло. Интерферометр Физо;*
- 14. Контроль формы сферических поверхностей. Пробное стекло. Интерферометры для бесконтактного контроля сферических поверхностей диаметром до 250 мм.*
- 15. Интерферометр ИТ-172. Светосильный лазерный интерферометр. Базовый интерферометр ИКАП-2.*
- 16. Интерферометры с рассеивающей пластиной. Интерферометры сдвига. Голографические интерферометры. Теневые приборы;*
- 17. Краткая характеристика асферических поверхностей.*
- 18. Контактные методы контроля формы асферических поверхностей. Бесконтактные методы контроля формы асферических поверхностей.*
- 19. Метод анаберрационных точек для контроля формы отражающих асферических поверхностей второго порядка.*
- 20. Компенсационный метод контроля асферических поверхностей;*
- 21. Интерференционный контроль астрономических зеркал. Метод Гартмана.*
- 22. Измерение фокусных расстояний.*
- 23. Измерение диаметров входного и выходного зрачков оптических систем; Измерение числовой апертуры микроскопа;*
- 24. Измерение увеличения оптических систем; Измерение поля зрения оптических систем;*
- 25. Измерение виньетирования фотографического объектива; Измерение распределения освещенности в плоскости изображения;*
- 26. Измерение коэффициента светопропускания оптических систем; Измерение коэффициента светорассеяния оптических систем.*
- 27. Измерения геометрических aberrаций. Метод визуальных фокусировок;*
- 28. Измерение волновых aberrаций; Измерение дисторсии объективов; Измерение aberrаций прожекторных зеркал (отражателей);*
- 29. Оценка качества изображения оптической системы; Оптическая передаточная функция и ее измерение.*

19.3.2. Контрольно-измерительный материал

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

_____ Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи

___.__.20__

Направление подготовки / специальность 12.04.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Теория оптических измерений

Форма обучения очная

Вид контроля зачёт

Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №1

1. Оптические приборы и приспособления.
2. Контроль плоскостей оптических деталей; Измерение углов призм и клиньев.

Преподаватель _____ Смирнов М.С.
подпись расшифровка подписи

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой оптики и спектроскопии

_____ Овчинников О.В.
подпись, расшифровка подписи

___.__.20__

Направление подготовки / специальность 12.04.03 - Фотоника и оптоинформатика

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.02 Теория оптических измерений

Форма обучения очная

Вид контроля зачёт

Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №2

1. Интерферометры с рассеивающей пластиной. Интерферометры сдвига.
2. Оценка качества изображения оптической системы.

Преподаватель _____ Смирнов М.С.
подпись расшифровка подписи