



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет оптического приборостроения
Кафедра оптико-электронных приборов



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
16 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ
«Б1.О.25.04 ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ И ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии

Направленность(профиль) подготовки: Лазерная техника и лазерные технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем:
в зачетных единицах: 3 з.е.
в академических часах: 108 ак.ч.

Москва, 2024

Разработчики:

Доцент кафедры Оптико-электронных приборов, кандидат физико-математических наук Путилин А. Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.05 Лазерная техника и лазерные технологии, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 951

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	15.02.2024, № 2/23-24

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре ОП
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
 - 5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля
6. Оценочные материалы текущего контроля
7. Оценочные материалы промежуточной аттестации
8. Порядок проведения промежуточной аттестации
9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
 - 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 9.4. Оборудование и технические средства обучения
10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - расширение и углубление знаний у студентов об особенностях применения явления интерференции световых волн для выполнения точных оптических измерений.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование понятий о роли прецизионных измерений в современном приборостроении;
- дать понятия и экспериментальные доказательства волновой природы света;
- дать понятия о принципах голографии и парактическом применении голографической интерферометрии;
- формирование понятий о природных явлениях, связанных с интерференцией и дифракцией волн.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием, конструированием и технологиями производства лазерной техники

ОПК-1.1 Способен применять знания математики в инженерной практике при моделировании

Знать:

ОПК-1.1/Зн4 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

Уметь:

ОПК-1.1/Ум4 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

Владеть:

ОПК-1.1/Нв3 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

ОПК-1.2 Способен применять знания естественных наук в инженерной практике

Знать:

ОПК-1.2/Зн2 Основные области и специфика применения оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ОПК-1.2/Ум2 Работать с научно-технической информацией

Владеть:

ОПК-1.2/Нв2 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

ОПК-1.3 ОПК-1.3.

Способен применять общетехнические знания в инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1.3/Зн2 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ОПК-1.3/Ум2 Работать с базами данных и источниками информации

Владеть:

ОПК-1.3/Нв2 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.25.04 «Интерферометры и прецизионные измерения» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	108	3	17	34	57	Зачет с оценкой
Всего	108	3	17	34	57	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты с обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение. Задачи дисциплины.	10	1	4	5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 1.1. Современное состояние и перспективы развития лазеров.	10	1	4	5	
Раздел 2. Основные понятия.	10	1	4	5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 2.1. Физические основы интерферометрии	10	1	4	5	
Раздел 3. Двухлучевая интерферометрия	20	4	4	12	ОПК-1.1 ОПК-1.2

Тема 3.1. Типы интерферометров.	8	2		6	ОПК-1.3
Тема 3.2. Интерференция в приборах оптоэлектроники	12	2	4	6	
Раздел 4. Голографическая интерферометрия.	22	4	6	12	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 4.1. Голография.	10	2	2	6	
Тема 4.2. Голография 2	12	2	4	6	
Раздел 5. Интерферометры как прибор	12	2	4	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 5.1. Интерферометры	12	2	4	6	
Раздел 6. Спекл-интерферометрия	12	2	4	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 6.1. Спеклы	12	2	4	6	
Раздел 7. Обработка интерферограмм	12	2	4	6	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 7.1. Обработка изображений	12	2	4	6	
Раздел 8. Перспективы интерферометрии	10	1	4	5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 8.1. Современная интерферометрия.	10	1	4	5	
Итого	108	17	34	57	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение. Задачи дисциплины.

Тема 1.1. Современное состояние и перспективы развития лазеров.

Современное состояние и перспективы развития интерферометрии. Введение. Инструктаж.

Раздел 2. Основные понятия.

Тема 2.1. Физические основы интерферометрии

Интерференция и дифракция как оптические явления. Кольца Ньютона, интерференция в тонких пленках.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 3. Двухлучевая интерферометрия

Тема 3.1. Типы интерферометров.

Различные типы интерферометров

Тема 3.2. Интерференция в приборах оптоэлектроники

Прецизионные изменения при помощи интерференционных явлений. Основные типы интерферометров

Раздел 4. Голографическая интерферометрия.

Тема 4.1. Голография.

Голографическая регистрация информации, виды голограмм

Тема 4.2. Голография 2

Голографические методы для интерферометрии. Эксперименты по записи голограмм

Раздел 5. Интерферометры как прибор

Тема 5.1. Интерферометры

Многолучевая и двухлучевая интерферометрия. Интерферометр Майкельсона, модификации. Изучение работы интерферометра Майкельсона.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 6. Спекл-интерферометрия

Тема 6.1. Спеклы

Явление образование спеклов при когерентном освещении. Использование спеклов для прецизионных измерений

Раздел 7. Обработка интерферограмм

Тема 7.1. Обработка изображений

Цифровая интерферометрия. Различные применения интерферометрии для прецизионных измерений. Интерферометр Маха- Цендера

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 8. Перспективы интерферометрии

Тема 8.1. Современная интерферометрия.

6. Порядок проведения промежуточной аттестации

Порядок проведения промежуточной аттестации регламентируется локальными нормативными актами Университета:

- Положением о формах, периодичности, порядке текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по основным образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.6 «Организация и проведение промежуточной аттестации».
- Положением о порядке осуществления образовательного процесса, проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Московский государственный университет геодезии и картографии», п.8 «Проведение промежуточной аттестации с применением ЭО и ДОТ».

Промежуточная аттестация: Зачет с оценкой, 7 семестр.

При организации и проведении промежуточной аттестации, исходя из перечня планируемых результатов обучения по дисциплине «Лидарные технологии», по каждой компетенции или связанным нескольким компетенциям, в формировании которых участвует данная учебная дисциплина, кафедрой формируются фонд оценочных средств к зачету:

- примерный перечень вопросов к зачету для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ. При этом, за каждым вопросом в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень простых практических контрольных заданий к зачету для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень комплексных практических контрольных заданий к зачету для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ. при этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;

Для проведения промежуточной аттестации, исходя из сформированных перечней (вопросов к экзамену, простых ПКЗ, комплексных ПКЗ) формируются билеты к экзамену (соответственно - диф. зачету или зачету).

Сформированные перечни (вопросы к экзамену, простые ПКЗ, комплексные ПКЗ) должны в совокупности охватывать все компетенции и заявленные в программе основные результаты обучения по дисциплине (модулю) на уровне ЗНАТЬ, УМЕТЬ, ВЛАДЕТЬ.

Билеты формируются случайной выборкой из приведенных выше перечней, а итоговый результат оценивания соотносится на весь заявленный в программе перечень результатов обучения по дисциплине (модулю).

Каждый билет включает:

1. Вопрос для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ;
2. Простое практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ;
3. Комплексное практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде ВЛАДЕНИЙ.

Методика оценивания: при проведении промежуточной аттестации, как правило, применяется среднее арифметическое значения оценок, полученных за каждый элемент оценивания, указанный в билете (вопрос и два практических задания).

Итоговая оценка по дисциплине (модулю) рассчитывается как отношение суммы оценок, полученных обучаемым за каждый вопрос и задания в билете (вопрос и 2 задания, далее -

элемент контроля) поделенное на количество полученных оценок (3).

При проведении оценивания по вопросам и заданиям, указанным в билете, в ходе промежуточной аттестации, преподаватель может учитывать результаты текущего контроля. Устанавливаются следующие шкалы оценивания уровней освоения компетенций, предусмотренных рабочей программой при проведении экзамена и дифференцированного зачета:

«ПОВЫШЕННЫЙ» - выставляется оценка - 5 «ОТЛИЧНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля находится в интервале от 4.5-5.0;

«БАЗОВЫЙ» - выставляется оценка - 4 «ХОРОШО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля находится в интервале от 3.5 - 4.4;

«Пороговый» - выставляется оценка - 3 «Удовлетворительно», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля находится в интервале от 2.5 - 3.4.

«Недостаточный» - выставляется оценка - 2 «Неудовлетворительно», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля менее 2.5.

При проведении зачета: если достигнут один из показателей:

«ПОВЫШЕННЫЙ», «БАЗОВЫЙ» или «Пороговый» - выставляется оценка «ЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок находится в интервале от 2.5-5.0. В противном случае: если достигнут показатель «Недостаточный.» - выставляется оценка «НЕЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля менее 2.5

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 2. Основные понятия.

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

Тема 2.1. Физические основы интерферометрии

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Раздел 5. Интерферометры как прибор

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

Тема 5.1. Интерферометры

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Раздел 7. Обработка интерферограмм

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

Тема 7.1. Обработка изображений

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет с оценкой

Контролируемые ИДК: ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3

Вопросы/Задания:

1. Современное состояние и перспективы развития интерферометрии.
2. Интерференция и дифракция как оптические явления
3. Различные типы интерферометров

4. Прецизионные изменения при помощи интерференционных явлений
5. Голографическая регистрация информации, виды голограмм
6. Голографические методы для интерферометрии.
7. Многолучевая и двухлучевая интерферометрия.
8. Интерферометр Майкельсона, модификации.
9. Явление образование спеклов при когерентном освещении
10. Использование спеклов для прецизионных измерений
11. Цифровая интерферометрия
12. Различные применения интерферометрии для прецизионных измерений.
13. Интерферометрия в производстве.
14. В чем особенность явления интерференции?
15. Особенности излучения лазеров
16. Место использования интерферометров в измерениях физических величин
17. Какие типы интерферометров были изобретены в начале применения интерферометрии?
18. Как использовались первые интерферометры?
19. Назовите типы интерферометров.
20. Каковы особенности двухлучевых интерферометров
21. Какие оптические элементы составляют основу интерферометров?
22. В чем принцип работы многолучевой интерферометрии?
23. Что такое голография, как метод регистрации информации?
24. Какие виды голограмм используются в интерферометрии?
25. Какие голографические методы применяются интерферометрии?
26. Что такое спеклы?
27. Как работает спекл-интерферометрия?

28. В чем особенность цифровой интерферометрии?
29. Какие области применения интерферометров вы знаете?
30. Составьте обобщенную схему двухлучевого интерферометра
31. Определите предельные характеристики интерферометров, как приборов прецизионных измерений.
32. Приведите общую схему работы интерферометра Майкельсона и вариации.
33. Какие современные технологии используют интерферометрию в производстве?
34. Опишите принципы определения параметров интерферограмм.
35. Опишите принципы многолучевой интерферометрии.
36. Приведите физические принципы формирования интерференционных полос в лазерном свете
37. Опишите принцип работы интерферометра Маха-Цендера
38. Опишите варианты использования голограмм в интерферометрах.
39. Опишите принцип голографической регистрации информации.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Петров В. М. Адаптивные голографические интерферометры для наномеханики / В. М. Петров. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 192 с. - 978-5-8114-3157-1. - Текст: электронный. // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/213113.jpg> (дата обращения: 16.03.2025). - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Петров В. М. Интерференция и дифракция для информационной фотоники / В. М. Петров, А. В. Шамрай. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 460 с. - 978-5-8114-5151-7. - Текст: электронный. // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/133481.jpg> (дата обращения: 16.03.2025). - Режим доступа: по подписке

9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1.

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0

1%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0 - Wikipedia

2. <https://www.photonics.su/> - Фотоника

3. <https://opticjourn.ru/ru> - Оптический журнал

9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень программного обеспечения

(обновление производится по мере появления новых версий программы)

Не используется.

Перечень информационно-справочных систем

(обновление выполняется еженедельно)

Не используется.

9.4. Оборудование и технические средства обучения

Специализированная лаборатория

Виброизолированные лабораторные стенды по интерферометрии и Фурье-оптике - 3 шт.

Лазерные источники излучения различных типов - 5 шт.

Ламинарный бокс - 1 шт.

Магнитно-маркерная доска - 1 шт.

Настольные оптические плиты и установки на их основе - 2 шт.

Стеллаж металлический - 1 шт.

Фазовый пространственно-временной модулятор света Upolabs HDSLM80R - 1 шт.

3D принтер FlyngBear Ghost 6 - 1 шт.

Автоматизированное рабочее место - 1 шт.

Виброизолированный голографический стол - 1 шт.

Виброизолированный оптический стол с сотовой столешницей - 1 шт.

Высокоразрешающая фотоприемная матрица MARS25MG-41 Tgm-C - 1 шт.

Лазерные источники излучения - 2 шт.

Опто-механические компоненты для сборки стендов и установок, комплект - 1 шт.

Прецизионный моторизованный двухкоординатный позиционер - 1 шт.

Стеллажи металлические для хранения оборудования - 5 шт.

Учебная аудитория

3D-сканер - 1 шт.

Магнитно-маркерная доска - 1 шт.

Макеты и образцы дисплейных систем различных типов - 5 шт.

Очки дополненной реальности - 2 шт.

Проектор - 1 шт.

Шлем виртуальной реальности - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

С целью успешного освоения данного предмета студенту необходимо выполнять домашние работы по указанным преподавателям темам и представленным на занятиях материалам. Для более успешного выполнения работы студенту предлагается использование

учебно-методических материалов, соответствующих указанной теме.

Самостоятельная работа студентов описывается и регулируется:

- Методическими рекомендациями по дисциплине;
- Методическими рекомендациями по организации самостоятельной работы студентов МИИГАиК;

При изучении курса следует постоянно связывать изучаемый материал со сведениями из курсов оптики и физики. Так формируются устойчивые знания.

Систематически готовиться к занятиям по вопросам, выдаваемым на лекциях для самоподготовки.

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

При необходимости обучения студентов-инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья аудиторные занятия могут быть заменены или дополнены изучением полнотекстовых лекций, презентаций, видео- и аудиоматериалов в электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС) университета. Индивидуальные задания подбираются в адаптированных к ограничениям здоровья формах (письменно или устно, в форме презентаций). Выбор методов обучения зависит от их доступности для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Рабочая программа дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.