



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 прикладной оптики



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

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

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
13 мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.09 ИНТЕРФЕРОМЕТРЫ И ПРЕЦИЗИОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы
специального назначения

Направленность(профиль) подготовки: Электронные и оптико-электронные приборы и
системы дистанционного зондирования Земли

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2022

Срок получения образования: 5 лет 6 месяца(-ев)

Объем:
в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2022

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 специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	09.04.2021, № 4

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 практическом 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

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие

Знать:

УК-1.1/Зн1 Виды и методы проведения предпроектных исследований, включая исторические и культурологические

УК-1.1/Зн2 Принципы и правила анализа информации и текстов, в том числе, философских

Уметь:

УК-1.1/Ум1 Участвовать в проведении предпроектных исследований, включая исторические, культурологические и социологические

УК-1.1/Ум2 Применять принципы и правила анализа информации и текстов, в том числе, философских

Владеть:

УК-1.1/Нв1 Правилами и принципами анализа информации и текстов

УК-1.2 Осуществляет поиск информации для решения поставленной задачи по различным типам запросов

Знать:

УК-1.2/Зн1 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

Уметь:

УК-1.2/Ум1 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

Владеть:

УК-1.2/Нв1 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

УК-1.3 При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы, в том числе с применением философского понятийного аппарата

Знать:

УК-1.3/Зн1 Средства и методы работы с библиографическими и иконографическими источниками

Уметь:

УК-1.3/Ум1 Использовать библиографические и иконографические источники

Владеть:

УК-1.3/Нв1 Навыками выстраивать логичную структуру аргументации, с применением философского понятийного аппарата

УК-1.4 Осуществляет поиск, сбор и обработку информации для решения поставленной задачи

Знать:

УК-1.4/Зн1 Основные достижения и проблемы современной оптотехники

УК-1.4/Зн2 Основные достижения и проблемы современной оптотехники, основные типы оптико-электронных систем

Уметь:

УК-1.4/Ум1 Работать с научнотехнической информацией, работать с техническими текстами

УК-1.4/Ум2 Применять справочные материалы, искать патентную и научно-техническую информацию

Владеть:

УК-1.4/Нв1 Системным анализом

УК-1.4/Нв2 Методами поиска информации в базах данных и интернетресурсах

УК-1.5 Анализирует пути решения проблем мировоззренческого, нравственного и личностного характера на основе использования основных философских идей и категорий в их историческом развитии и социально-культурном контексте

Знать:

УК-1.5/Зн1 Основные источники получения информации, включая нормативные, методические, справочные и реферативные источники

Уметь:

УК-1.5/Ум1 Оформлять результаты работ по сбору, обработке и анализу данных, в том числе с использованием средств автоматизации и компьютерного моделирования

Владеть:

УК-1.5/Нв1 Навыками самообучения

ПК-5 Способен анализировать научно-техническую информацию по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли

ПК-5.1 Владеет научно-технической информацией в области использования ОЭС ДЗЗ

Знать:

ПК-5.1/Зн2 Основные области и специфика применения оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-5.1/Ум1 Уметь работать с научно-технической информацией, проводить патентный поиск, работать с научно-техническими текстами, используя стандартные текстовые и графические программы для оформления документации, применять справочные материалы, в том числе на иностранном языке, представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты, переводить научно-технические тексты, составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.1/Нв1 Владеть методами поиска и анализа научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть способами представления информации в систематизированном виде, требуемом формате, оформлением научно-технических отчетов, владеть навыками составления планов поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5.3 Анализирует структурные и принципиальные схемы ОЭС ДЗ, их элементную базу, разрабатывает и вносит предложения по модернизации конструкции ОЭС ДЗЗ.

Знать:

ПК-5.3/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база опто-техники Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.3/Ум1 Работать с техническими текстами. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Анализировать состояние и перспективы развития оптоэлектроники в целом и ее отдельных направлений. Применять справочные материалы. Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты. Переводить научные тексты. Искать патентную и научно-техническую информацию. Составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.3/Нв2 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.09 «Интерферометры и прецизионные измерения» относится к формируемой участниками образовательных отношений 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)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	72	2	19	53	Зачет
Всего	72	2	19	53	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий (часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение. Задачи дисциплины.	7	1	6	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 1.1. Современное состояние и перспективы развития лазеров.	7	1	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Раздел 2. Основные понятия.	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 2.1. Физические основы интерферометрии.	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Раздел 3. Двухлучевая интерферометрия.	15	4	11	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 3.1. Типы интерферометров.	7	2	5	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 3.2. Интерференция в приборах оптоэлектроники	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Раздел 4. Голографическая интерферометрия	10	4	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 4.1. Голография.	5	2	3	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 4.2. Голография 2	5	2	3	ПК-5.1 ПК-5.3
Раздел 5. Интерферометры как прибор	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 5.1. Интерферометры	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Раздел 6. Спекл-интерферометрия.	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 6.1. Спеклы	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3

Раздел 7. Обработка интерферограмм.	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 7.1. Обработка изображений	8	2	6	
Раздел 8. Перспективы интерферометрии.	8	2	6	ПК-5.1 ПК-5.3
Тема 8.1. Современная интерферометрия.	8	2	6	
Итого	72	19	53	

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.

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 измерения 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.

Интерферометрия в производстве. Примеры практического применения интерферометрии.

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, 7 семестр.

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 2. Основные понятия.

Контролируемые ИДК: ПК-5.1 ПК-5.3

Тема 2.1. Физические основы интерферометрии.

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Раздел 5. Интерферометры как прибор

Контролируемые ИДК: ПК-5.1 ПК-5.3

Тема 5.1. Интерферометры

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Раздел 7. Обработка интерферограмм.

Контролируемые ИДК: ПК-5.1 ПК-5.3

Тема 7.1. Обработка изображений

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

7 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-5.1 ПК-5.3

Вопросы/Задания:

1. Современное состояние и перспективы развития интерферометрии.
2. Интерференция и дифракция как оптические явления
3. Различные типы интерферометров
4. Прецизионные измерения при помощи интерференционных явлений

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/book/213113> - 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/book/133481> - 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 - Wikipedia

2. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - SpectralCalc.com

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

4. <https://www.izmt.ru/jour> - Измерительная техника

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

6. <https://pribor.ifmo.ru/> - Приборостроение

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.