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
18 апреля 2025 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) «Б1.В.ДВ.02.02 НЕЦЕНТРИРОВАННЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

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): 2025

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

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

Москва, 2025

**Разработчики:**
Доцент кафедры Прикладной оптики, к.т.н.  Демин А. В.

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 | 15.01.2025, № 2/24-25 |

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 - Освоение обучающимися компетенций в разделе физики, связанном с представлением теории оптического изображения с точки зрения интегральных преобразований с целью оптической обработки информации, фильтрации, основам метода голографии и ее возможные применения

Задачи изучения дисциплины:

- Освоения дисциплины «Когерентной оптики» является получение обучающимися теоретических знаний по математическим основам интегральных преобразований оптических изображений и обеспечить получение практических навыков по базовым разделам голографии, специфики лазерного излучения, пространственной и временной когерентности, необходимых для дальнейшего изучения дисциплин по оптической обработки информации.

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

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

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

*Уметь:*

ПК-5.3/Ум2 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

*Владеть:*

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

## 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.02.02 «Нецентрированные оптические системы» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 8.

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 | доемкость сы) | доемкость ЗЕТ) | ые занятия сы) | ые занятия сы) | ьная работа сы) | ая аттестация сы) |
|---|---|---|---|---|---|---|

| обучения | Общая тру (ча | Общая тру (ЗЕ | Лабораторн (ча | Лекционны (ча | Самостоятел (ча | Промежуточн (ча |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 семестр | 108 | 3 | 32 | 26 | 23 | Экзамен (27) |
| Всего | 108 | 3 | 32 | 26 | 23 | 27 |

## 5. Содержание дисциплины (модуля)

### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

| Наименование раздела, темы | Всего | Лабораторные занятия | Лекционные занятия | Самостоятельная работа | Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы |
|---|---|---|---|---|---|
| **Раздел 1. Преобразование Фурье** | **8** | **4** | **2** | **2** | ПК-5.3 |
| Тема 1.1. Анализ двумерных линейных систем | 8 | 4 | 2 | 2 | |
| **Раздел 2. Выполнение преобразований Фурье и формирование изображений** | **22** | **8** | **10** | **4** | ПК-5.3 |
| Тема 2.2. Основы скалярной теории дифракции | 22 | 8 | 10 | 4 | |
| **Раздел 3. Частотный анализ оптических систем** | **40** | **16** | **12** | **12** | ПК-5.3 |
| Тема 3.3. Частотный отклик оптических систем | 16 | 8 | 4 | 4 | |
| Тема 3.4. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации | 24 | 8 | 8 | 8 | |
| **Раздел 4. Основы голографии** | **11** | **4** | **2** | **5** | ПК-5.3 |
| Тема 4.5. Получение изображений путем восстановления волнового фронта | 11 | 4 | 2 | 5 | |
| **Итого** | **81** | **32** | **26** | **23** | |

### 5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

***Раздел 1. Преобразование Фурье***

*Тема 1.1. Анализ двумерных линейных систем*

Лекция № 1.Теоремы преобразований Фурье
Лабораторная работа № 1. Двумерная теория выборки

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Письменный опрос |

***Раздел 2. Выполнение преобразований Фурье и формирование изображений***

*Тема 2.2. Основы скалярной теории дифракции*

Лекция № 2. Скалярная теория дифракции. Дифракция Френеля и Фраунгофера
Лабораторная работа № 2. Распределение интенсивности поля в дифракционных картинах Френеля
Лабораторная работа № 3. Распределение интенсивности поля в дифракционных картинах Фраунгофера
Лекция № 3. Линзы для создания изображений и элементы для преобразования Фурье
Лабораторная работа № 4. Фазовые преобразования
Лабораторная работа № 5. Оптические схемы, выполняющие преобразование Фурье
Лекция №4 Устранение квадратичных фазовых множителей. Формула линзы
Лекция №5 Формирование изображения. Монохроматическое освещение

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Письменный опрос |

***Раздел 3. Частотный анализ оптических систем***

*Тема 3.3. Частотный отклик оптических систем*

Лекция № 6. Частотный отклик дифракционно ограниченной когерентной оптической системы
Лабораторная работа № 6. Фокусирующие свойства пленки
Лабораторная работа № 7. Оптическое измерение автокорреляции произвольных двумерных образов
Лекция №7 Абберации и их влияние на частотный отклик

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
|---|
| Письменный опрос |

*Тема 3.4. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации*

Лекция № 8. Некогерентные системы обработки информации, основанные на геометрической оптике
Лабораторная работа № 8. Метод фазового контраста в микроскопии
Лекция №9 Фильтры Вандер-Люгта
Лабораторная работа № 9. Распознавание образов с помощью некогерентной пространственной фильтрации
Лабораторная работа № 10 Пространственная фильтрация для выделения сигнала из шума
Лекция №10 Обработка данных антенн синтетической апертуры
Лабораторная работа № 11 Прием и развертка сигналов
Лекция № 11 Фокусирующие свойства пленки

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Письменный опрос |

***Раздел 4. Основы голографии***

*Тема 4.5. Получение изображений путем восстановления волнового фронта*

Лекция № 12. Голограммы Габора
Лабораторная работа № 12. Недостатки голограммы Габора
Лекция № 13. Голограмма Лейта и Упатника
Лабораторная работа № 13. Получение восстановленных изображений

Текущий контроль

| Вид (форма) контроля |
| --- |
| Письменный опрос |

## 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: Экзамен, 8 семестр.*
При проведении промежуточной аттестации, 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

## 7. Оценочные материалы текущего контроля

***Раздел 1. Преобразование Фурье***
*Контролируемые ИДК: ПК-5.3*

*Тема 1.1. Анализ двумерных линейных систем*
Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос
Вопросы/Задания:
1. Интегральная теорема Фурье

***Раздел 2. Выполнение преобразований Фурье и формирование изображений***
*Контролируемые ИДК: ПК-5.3*

*Тема 2.2. Основы скалярной теории дифракции*
Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос
Вопросы/Задания:
1. Интегральная теорема Фурье

***Раздел 3. Частотный анализ оптических систем***
*Контролируемые ИДК: ПК-5.3*

*Тема 3.3. Частотный отклик оптических систем*
Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос
Вопросы/Задания:
1. Разрешающая способность, превышающая классический дифракционный предел

*Тема 3.4. Пространственная фильтрация и оптическая обработка информации*
Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос
Вопросы/Задания:
1. Разрешающая способность, превышающая классический дифракционный предел

***Раздел 4. Основы голографии***
*Контролируемые ИДК: ПК-5.3*

*Тема 4.5. Получение изображений путем восстановления волнового фронта*
Форма контроля/оценочное средство: Письменный опрос
Вопросы/Задания:
1. Разрешающая способность, превышающая классический дифракционный предел

## 8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

*8 семестр, Экзамен*
*Контролируемые ИДК: ПК-5.3*
Вопросы/Задания:
1. Способен анализировать научно-техническую информацию по разработке оптико-электронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли
1.Определение двумерного анализа Фурье. Условие сосуществования.
2.Теоремы относительно преобразования Фурье.
3. Некоторые часто используемые функции преобразований Фурье.
4.Линейность и интеграл суперпозиции.
5.Инвариантные линейные системы. Передаточные функции.
6.Уравнение Гельмгольца.
7.Применение интегральной теоремы.
8.Обобщение теории Релея – Зоммерфельда на случай немонохроматических волн.
9. Угловой спектр плоских волн.
10.Дифракция Френеля и Фраунгофера.
11.Тонкая линза как элемент выполняющий фазовое преобразование.
12. Линзы как элементы, выполняющие преобразование Фурье.
13.Формирование изображения. Монохроматическое освещение.

14. Соотношение между предметом и изображением.
15.Дифракционные эффекты.
16. Примеры передаточных функций при когерентном освещении для дифракционно ограниченных систем.
17. Аберрации и их влияние на частотный отклик.
18.Частотный спектр интенсивности изображения.
19. Эксперимент Аббе – Портера.
20. Фазово – контрастный микроскоп Цернике.
21. Фотографическая пленка в когерентной и некогерентной оптической системе.
22.Синтез импульсных откликов в расфокусированных системах.
23.Фильтры Вандер Люгта.
24.Оптический синтез устройства для распознавания образов.
25.Обработка данных антенн синтетической апертуры.
26.Получение изображений путем восстановления волнового фронта.
27. Голограммы Габора.
28.Голограммы Лейта и Упатника.
29. Механизм формирования спеклов и их свойства.
30. Борновское приближение и приближение Рытова.
31. Элементы сингулярной оптики.

## 9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

*Основная литература*

1. Заикин А. Д. Когерентная оптика. Интерференция, дифракция, поляризация: учебное пособие / А. Д. Заикин, И. И. Суханов, О. Б. Янавичус. - Новосибирск: НГТУ, 2019. - 80 с. - 978-5-7782-4078-0. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/152323 - Режим доступа: по подписке

*Дополнительная литература*

1. Колпачёв А. Б. Волновая оптика. Дифракция и дисперсия света: учебное пособие / А. Б. Колпачёв, О. В. Колпачёва. - Волновая оптика. Дифракция и дисперсия света - Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2018. - 91 с. - 978-5-9275-2643-7. - Текст: электронный // IPR SMART: [сайт]. - URL: https://www.iprbookshop.ru/87404.html - 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://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=598679 - Университетская библиотека ONLINE

### 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

Для практических занятий
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 10 шт.
Меловая доска - 1 шт.
МФУ - 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;

***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.