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
18 апреля 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
«Б1.В.08.08 ФОТОНИКА»

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: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2025

Разработчики:

Профессор кафедры Оптико-электронных приборов, доктор физико-математических наук, доцент Истомина Н. Л.

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 - формирование у обучающихся представлений о фотонике как науке, объединяющей методы генерации, передачи, модуляции и регистрации света.

Задачи изучения дисциплины:

- получить представление о физической природе оптического излучения ;
- знать способы описания оптического излучения, принципы генерации вынужденного излучения, основные свойства лазерного излучения, условие получения генерации в лазере;
- уметь рассчитывать пространственные и частотные характеристики излучения лазера, определять тип резонатора по его параметрам;
- получить навыки практического применения полученных знаний в ходе выполнения расчетных задач.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптотехники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Знать:

ПК-3.1/Зн21 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-3.1/Зн23 Основы теории математического моделирования сложных технических систем

Уметь:

ПК-3.1/Ум12 Рассчитывать, проектировать и конструировать в соответствии с техническим заданием типовые системы, приборы, детали и узлы оптотехники на схемотехническом и элементном уровнях

ПК-3.1/Ум15 Производить компьютерное моделирование с использованием методов системного подхода для прогнозирования поведения, оптимизации и изучения функционирования разрабатываемых оптических и оптико-электронных приборов, комплексов и их составных частей с учетом используемых технологий производства и сборки

Владеть:

ПК-3.1/Нв5 Приемами составления конструкторской и инженерно-строительной документации

ПК-3.1/Нв7 Практическими навыками экспериментальной работы с оптическими приборами и установками

ПК-3.1/Нв10 Способностью к выбору оптимального метода и разработке программ экспериментальных исследований

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.08.08 «Фотоника» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 10.

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)
10 семестр	144	4	17	17	83	Экзамен (27)
Всего	144	4	17	17	83	27

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 обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Введение. Предмет и задачи фотоники. Связь с другими дисциплинами. Практическое приложение.	**17**	**2**	**2**	**13**	ПК-3.1
Тема 1.1. Введение	8	1	1	6	
Тема 1.2. Физическиеосновы курса	9	1	1	7	
Раздел 2. Параметры и способы описания оптического излучения. Уравнение Максвелла. Волновое уравнение. Свойства лазерного излучения. Переход к лучевой оптике. Преобразование пучков оптическими системами.	**9**	**1**	**1**	**7**	ПК-3.1

Тема 2.1. Уравнения Максвелла. Преобразование пучков оптическими системами.	9	1	1	7	
Раздел 3. Оптические свойства возбужденной среды. Уровни энергии атомов и молекул. Электронные уровни. Обозначение электронных состояний. Населенность и время жизни уровней. Инверсная среда, возможность усиления в инверсной среде. Формула Ладенбурга-Леви.	**22**	**4**	**4**	**14**	ПК-3.1
Тема 3.1. Оптические свойства возбужденной среды.	11	2	2	7	
Тема 3.2. Энергетические состояния и инверсная населенность	11	2	2	7	
Раздел 4. Взаимодействие излучения с возбужденной средой. Квантовые переходы. Скоростные уравнения. Спонтанное и стимулированное излучение. Поглощение. Насыщенное и ненасыщенное усиление. Однородное и неоднородное усиление. «Выжигание» провалов.	**20**	**3**	**3**	**14**	ПК-3.1
Тема 4.1. Взаимодействие излучения с возбужденной средой.	9	1	1	7	
Тема 4.2. Поглощение и усиление излучения	11	2	2	7	
Раздел 5. Возбуждение активного вещества (накачка). Методы накачки. Элементарные процессы, приводящие к инверсии населенностей на рабочих уровней. Схемы возбуждения активного вещества.	**9**	**1**	**1**	**7**	ПК-3.1
Тема 5.1. Возбуждение активного вещества	9	1	1	7	

Раздел 6. Оптические резонаторы. Открытые оптические резонаторы. Функции и назначение. Спектр собственных частот. Поперечные моды. Параметры и характеристики лазерного излучения. Генерация лазерного излучения. Амплитудное и фазовое условия генерации. Зависимость мощности генерации от усиления и потерь в резонаторе. Одномодовая и одночастотная генерация. Генерация гигантских импульсов. Генерация второй гармоники.	**22**	**4**	**4**	**14**	ПК-3.1
Тема 6.1. Открытые оптические резонаторы.	11	2	2	7	
Тема 6.2. Параметры и характеристики лазерного излучения.	11	2	2	7	
Раздел 7. Управление параметрами лазерного излучения. Ослабление излучения. Модуляция параметров излучения. Управление направлением и размером пучка. Изменение частоты и фазы колебаний излучения.	**9**	**1**	**1**	**7**	ПК-3.1
Тема 7.1. Управление параметрами лазерного излучения.	9	1	1	7	
Раздел 8. Регистрация электромагнитного излучения. Характеристики источников излучения. Виды излучения. Методы регистрации излучения. Нелинейные оптические эффекты. Исследование свойств излучения. Измерение параметров электромагнитного излучения.	**9**	**1**	**1**	**7**	ПК-3.1
Тема 8.1. Характеристики источников излучения.	9	1	1	7	
Итого	**117**	**17**	**17**	**83**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Введение. Предмет и задачи фотоники. Связь с другими дисциплинами. Практическое приложение.

Тема 1.1. Введение

Предмет и задачи фотоники.

Тема 1.2. Физическиеосновы курса

Связь с другими дисциплинами.

Раздел 2. Параметры и способы описания оптического излучения. Уравнение Максвелла. Волновое уравнение. Свойства лазерного излучения. Переход к лучевой оптике. Преобразование пучков оптическими системами.

Тема 2.1. Уравнения Максвелла. Преобразование пучков оптическими системами.

Максвелла. Волновое уравнение. Переход к лучевой оптике. Лучевые матрицы. Преобразование пучков оптическими системами.

Раздел 3. Оптические свойства возбужденной среды. Уровни энергии атомов и молекул. Электронные уровни. Обозначение электронных состояний. Населенность и время жизни уровней. Инверсная среда, возможность усиления в инверсной среде. Формула Ладенбурга-Леви.

Тема 3.1. Оптические свойства возбужденной среды.

Уровни энергии атомов и молекул. Электронные уровни.

Тема 3.2. Энергетические состояния и инверсная населенность

Населенность и время жизни уровней. Возможность усиления в инверсной среде.

Раздел 4. Взаимодействие излучения с возбужденной средой. Квантовые переходы. Скоростные уравнения. Спонтанное и стимулированное излучение. Поглощение. Насыщенное и ненасыщенное усиление. Однородное и неоднородное усиление. «Выжигание» провалов.

Тема 4.1. Взаимодействие излучения с возбужденной средой.

Квантовые переходы. Спонтанное и стимулированное излучение.

Тема 4.2. Поглощение и усиление излучения

Насыщенное и ненасыщенное усиление. Однородное и неоднородное усиление.

Раздел 5. Возбуждение активного вещества (накачка). Методы накачки. Элементарные процессы, приводящие к инверсии населенностей на рабочих уровней. Схемы возбуждения активного вещества.

Тема 5.1. Возбуждение активного вещества

Методы накачки и процессы, приводящие к инверсии населенностей на рабочих уровней. Схемы возбуждения активного вещества.

Раздел 6. Оптические резонаторы. Открытые оптические резонаторы. Функции и назначение. Спектр собственных частот. Поперечные моды. Параметры и характеристики лазерного излучения. Генерация лазерного излучения. Амплитудное и фазовое условия генерации. Зависимость мощности генерации от усиления и потерь в резонаторе. Одномодовая и одночастотная генерация. Генерация гигантских импульсов. Генерация второй гармоники.

Тема 6.1. Открытые оптические резонаторы.

Оптические резонаторы. Функции и назначение. Спектр собственных частот. Поперечные моды.

Тема 6.2. Параметры и характеристики лазерного излучения.

Генерация лазерного излучения. Амплитудное и фазовое условия генерации. Одномодовая и одночастотная генерация. Генерация гигантских импульсов.

Раздел 7. Управление параметрами лазерного излучения. Ослабление излучения. Модуляция параметров излучения. Управление направлением и размером пучка. Изменение частоты и фазы колебаний излучения.

Тема 7.1. Управление параметрами лазерного излучения.

Ослабление излучения. Модуляция параметров излучения. Изменение частоты и фазы колебаний излучения.

Раздел 8. Регистрация электромагнитного излучения. Характеристики источников излучения. Виды излучения. Методы регистрации излучения. Нелинейные оптические эффекты. Исследование свойств излучения. Измерение параметров электромагнитного излучения.

Тема 8.1. Характеристики источников излучения.

Виды излучения. Методы регистрации излучения. Измерение параметров электро-магнитного излучения.

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, 10 семестр.
Для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ используются следующие процедуры и технологии:
- устный ответ на вопрос(ы) или индивидуальное собеседование,
- письменные ответы на вопрос(ы).
- тестирование и т.п.

Для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ и ВЛАДЕНИЙ используются следующие процедуры и технологии:
- практические контрольные задания (далее - ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

По сложности ПКЗ разделяются на:
простые задания (далее - простые ПКЗ); комплексные задания (далее - комплексные ПКЗ).
Для оценивания УМЕНИЙ - применяются простые ПКЗ.
Простые ПКЗ предполагают решение в одно или два действия. К ним можно отнести: простые ситуационные задачи с коротким ответом или простым действием; несложные задания по выполнению конкретных действий.
Для оценивания ВЛАДЕНИЙ - применяются комплексные ПКЗ.
Комплексные задания требуют многоходовых решений как в типичной, так и в нестандартной ситуациях. Это задания в открытой форме, требующие поэтапного решения и развернутого ответа, в т.ч. задания на индивидуальное или коллективное выполнение проектов, на выполнение практических действий или лабораторных работ.

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

10 семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ПК-3.1
Вопросы/Задания:

1. В каких расчетах использовать пространственные параметры и характеристики лазерного излучения?

1. для определения спектрального диапазона
2. в габаритном расчете оптической системы
3. при учете термо стабилизационных условий
4. для расчета эффективности

2. За счет чего лазерные приборы имеют преимущества перед типовыми оптическими приборами?

3. Почему выгодно применять лазерное излучение в оптических системах?

4. Чем определяется возможность генерации когерентного электромагнитного излучения:
1. влиянием внешнего электрического поля
2. влиянием магнитного поля
3. образованием инверсного состояния в среде
4. плотностью материала активной среды

5. Чем определяется теоретическая возможность генерации лазерного излучения:

6. Что дает возможность получения когерентности электромагнитного излучения в лазере?
1. влияние внешнего электрического поля
2. влияние внешнего магнитного поля
3. образование инверсного состояния в среде
4. плотность материала активной среды

7. Что лежит в основе применения лазерного излучения в оптико-электронном приборостроении?
1. экономические преимущества
2. экономия энергетических затрат
3. экологические преимущества
4. свойства лазерного излучения

8. Что лежит в основе применения лазерного излучения в оптическом приборостроении?
1. экономические преимущества
2. экономия энергетических затрат
3. экологические преимущества
4. свойства лазерного излучения

9. Что определяет выгоды применения лазерного излучения в оптико-электронном приборостроении?

10. Что создает условия для возникновения инверсии для генерации лазерного излучения?

11. Что является основой габаритного расчета лазерной оптической системы?

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Варданян В. А. Волноводная фотоника. Примеры расчетно-графических работ: учебное пособие для вузов / В. А. Варданян. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2024. - 92 с. - 978-5-507-47524-7. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/386405 - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Белоусов Ю. И. Инфракрасная фотоника: учебное пособие для вузов / Ю. И. Белоусов, Е. С. Постников. - 2-е изд., стер. (полноцветная печать) - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 340 с. - 978-5-507-46496-8. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/309734 - 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://izmt.ru/ - Измерительная техника
2. https://opticjourn.ru/ru - Оптический журнал
3. https://www.photonics.su/ - Фотоника
4. https://pribor.ifmo.ru/ - Приборостроение
5. https://www.computeroptics.ru/ - Компьютерная оптика

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

Учебная аудитория
LED-экран - 1 шт.
Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 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;

Основной методической особенностью освоения дисциплины " Фотоника" постоянное обновление сведений о разработках лазеров и их использовании в различных областях техники и технологий. В связи с этим, особое внимание следует уделить общим принципам построения систем с применением лазеров в качестве источников излучения или силовых установок, а конкретные примеры разработок могут дополнять каждый цикл лекций.

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.