



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
17 февраля 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.О.18 ОСНОВЫ ФОТОНИКИ И КВАНТОВОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.02 Оптотехника

Направленность(профиль) подготовки: Оптико-электронные приборы и системы

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2023

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2023

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 направлению подготовки 12.03.02 Опотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.02.0017 № 948

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	01.12.2022, № 1

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 углублении знаний о квантовой природе оптических явлений, лежащих в основе действия лазеров

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов представлений о физической природе лазерного излучения; о процессах, происходящих в активной среде и резонаторе лазера;
- формирование у студентов знаний о способах описания оптического излучения, основные свойства лазерного излучения, типы оптических резонаторов;
- формирование у студентов навыков рассчитывать пространственные и частотные характеристики излучения лазера, определять тип резонатора по его параметрам;
- получение студентами навыков 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

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оптоэлектроники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании

Знать:

ОПК-1.1/Зн9 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Уметь:

ОПК-1.1/Ум9 Анализировать технические требования, предъявляемые к разрабатываемой оптоэлектронике, оптическим и оптико-электронным приборам и комплексам с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ОПК-1.1/Вл7 Методами расчета и конструирования наиболее распространенных механизмов и их элементов.

ОПК-1.2 Применяет знания естественных наук в инженерной практике

Знать:

ОПК-1.2/Зн7 Анализ исходных требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора

Уметь:

ОПК-1.2/Ум3 Умеет применять основные законы и методы физики и естественных наук для использования в инженерной практике

Владеть:

ОПК-1.2/Вл5 Владеть методами выбора физической модели реального объекта и соответствующей математической модели

ОПК-1.3 Применяет общетехнические знания, в инженерной деятельности

Знать:

ОПК-1.3/Зн3 Знает закономерности и методы, используемые в общетехнических знаниях, и то, как они используются в инженерной деятельности

Уметь:

ОПК-1.3/Ум3 Умеет применять закономерности и методы, используемые в общеинженерных знаниях, в инженерной деятельности

Владеть:

ОПК-1.3/Нв3 Владеет навыками применения закономерностей и методов, используемых в общеинженерных знаниях, для использования в инженерной деятельности

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.18 «Основы фотоники и квантовой электроники» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

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)
4 семестр	108	3	32	32	44	Зачет
Всего	108	3	32	32	44	

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, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Предмет и задачи квантовой электроники.	9	4	2	3	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 1.1. Введение	5	2	2	1	
Тема 1.2. Физические основы курса	4	2		2	
Раздел 2. Оптические свойства возбужденной среды.	14	4	6	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2

Тема 2.1. Уравнения Максвелла. Преобразование пучков оптическими системами.	14	4	6	4	ОПК-1.3
Раздел 3. Взаимодействие излучения с возбужденной средой.	18	4	6	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 3.1. Оптические свойства возбужденной среды.	8	2	2	4	
Тема 3.2. Энергетические состояния и инверсная населенность	10	2	4	4	
Раздел 4. Возбуждение активного вещества (накачка).	16	4	4	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 4.1. Взаимодействие излучения с возбужденной средой	10	2	4	4	
Тема 4.2. Поглощение и усиление излучения	6	2		4	
Раздел 5. Оптические резонаторы.	12	4	4	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Тема 5.1. Возбуждение активного вещества	12	4	4	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Раздел 6. Управление параметрами лазерного излучения.	19	4	6	9	
Тема 6.1. Открытые оптические резонаторы	8	2	2	4	
Тема 6.2. Параметры и характеристики лазерного излучения.	11	2	4	5	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Раздел 7. Регистрация электромагнитного излучения.	10	4	2	4	
Тема 7.1. Управление параметрами лазерного излучения.	10	4	2	4	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3
Раздел 8. Регистрация электромагнитного излучения. Нелинейные оптические эффекты. Исследование свойств излучения.	10	4	2	4	
Тема 8.1. Характеристики источников излучения.	10	4	2	4	
Итого	108	32	32	44	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Предмет и задачи квантовой электроники.

Тема 1.1. Введение

Предмет и задачи квантовой электроники.

Тема 1.2. Физические основы курса

Связь с другими дисциплинами.

Раздел 2. Оптические свойства возбужденной среды.

Тема 2.1. Уравнения Максвелла. Преобразование пучков оптическими системами.

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

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 3. Взаимодействие излучения с возбужденной средой.

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. Возбуждение активного вещества (накачка).

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.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 5. Оптические резонаторы.

Тема 5.1. Возбуждение активного вещества

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

Раздел 6. Управление параметрами лазерного излучения.

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. Регистрация электромагнитного излучения.

Тема 7.1. Управление параметрами лазерного излучения.

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

Текущий контроль
Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Раздел 8. Регистрация электромагнитного излучения. Нелинейные оптические эффекты. Исследование свойств излучения.

Тема 8.1. Характеристики источников излучения.

Виды излучения. Методы регистрации излучения. Измерение параметров электромагнитного 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: Зачет, 4 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

Раздел 2. Оптические свойства возбужденной среды.

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

Тема 2.1. Уравнения Максвелла. Преобразование пучков оптическими системами.

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Типы световых пучков. Поляризация излучения.

Раздел 4. Возбуждение активного вещества (накачка).

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

Тема 4.2. Поглощение и усиление излучения

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

Вопросы/Задания:

1. Активные среды лазеров.

Раздел 7. Регистрация электромагнитного излучения.

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

Тема 7.1. Управление параметрами лазерного излучения.

Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

4 семестр, Зачет

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

Вопросы/Задания:

1. Параметры оптического излучения
2. Способы и уравнения описания оптического излучения
3. Оптические свойства возбужденной среды
4. Энергетические состояния атомов и молекул
5. Населенность и время жизни энергетических уровней
6. Инверсная среда и её свойства
7. Взаимодействия излучения с возбужденной средой
8. Оптические переходы
9. Функции и назначение открытых оптических резонаторов
10. Классификация и устройство оптических резонаторов
11. Устойчивость и добротность резонаторов
12. Частотный спектр открытых оптических резонаторов
13. Параметры и характеристики лазерного излучения
14. Условия генерации лазерного излучения
15. Виды генерации и обеспечение их получения
16. Режим модуляции добротности
17. Свойства лазерного излучения
18. Физические основы свойств лазерного излучения
19. Преимущества лазера как источника излучения
20. Оптические переходы в возбужденной среде
21. Принципиальная схема лазера
22. Пространственные параметры и характеристики лазерного излучения
23. Энергетические параметры и характеристики лазерного излучения
24. Измерение энергетических параметров лазерного излучения
25. Измерение пространственных параметров лазерного излучения

26. Измерение частотных параметров лазерного излучения

27. Управление параметрами лазерного излучения

28. Модуляция лазерного излучения

29. Виды и способы модуляции лазерных параметров

30. Сканирование лазерного излучения

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Киселев Г. Л. Квантовая и оптическая электроника: учебное пособие для вузов / Г. Л. Киселев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 316 с. - 978-5-507-47285-7. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/353702> - Режим доступа: по подписке

Дополнительная литература

1. Курс общей физики / . - 5-е изд. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 384 с. - 978-5-8114-1211-2. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210611> - 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://pribor.ifmo.ru/> - Приборостроение
2. <https://russianspacesystems.ru/> - Российские космические системы
3. <https://www.photonics.su/> - Фотоника
4. <https://www.izmt.ru/jour> - Измерительная техника
5. <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

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;

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.