



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 ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»**

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): 2023

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2023

Разработчики:

Доцент кафедры Оптико-электронных приборов, к.н., доцент
Шилин В. А.

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	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 - приобретение знаний студентами в области физических основ и принципов действия современных источников и приемников оптического излучения, ознакомление с типами источников и приемников излучения, современной элементной базой, параметрами и характеристиками этих важнейших узлов современных оптико-электронных систем.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов понятий о принципах построения и составе оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов умений по компьютерным технологиям проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов понятий об особенностях конструкции и принципах работы оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов умений к анализу предъявляемых технических требований к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

ПК-4 ПК-4. Способен к анализу технического задания на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-4.1 ПК-4.1. Разрабатывает функциональные и структурные схемы лазерной техники, определяет физические принципы действия устройств в соответствии с техническими требованиями с использованием теоретических методов и программных средств проектирования и конструирования

Знать:

ПК-4.1/Зн1 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-4.1/Зн2 Принципы конструирования оптико-электронных приборов

ПК-4.1/Зн3 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-4.1/Ум1 Применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ПК-4.1/Ум2 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота

Владеть:

ПК-4.1/Нв1 Методикой анализа технического задания на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-4.2 ПК-4.2. Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем лазерной техники с использованием специализированного программного обеспечения и анализирует результаты расчета

Знать:

ПК-4.2/Зн1 Компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-4.2/Ум1 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота

Владеть:

ПК-4.2/Нв1 Методикой составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов и их составных частей

ПК-4.3 ПК-4.3. Осуществляет поиск и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, работает с базами данных

Знать:

ПК-4.3/Зн1 Отечественные и зарубежные базы данных научно-технической информации

Уметь:

ПК-4.3/Ум1 Работать с базами данных и источниками информации

ПК-4.3/Ум2 Осуществлять поиск и анализ отечественных и зарубежных баз данных научно-технической информации

Владеть:

ПК-4.3/Нв1 Методами и алгоритмами поиска и анализа отечественных и зарубежных баз данных научно-технической информации

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.18 «Источники и приемники оптического излучения» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 5.

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)
5 семестр	108	3	34	34	13	Экзамен (27)
Всего	108	3	34	34	13	27

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

				а	ы	е	с
--	--	--	--	---	---	---	---

Наименование раздела, темы	Всего	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Источники оптического излучения	38	14	14	10	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
Тема 1.1. Источники излучения. Классификация источников излучения.	4	2	2		
Тема 1.2. Параметры источников излучения в области собственного излучения	8	4	4		
Тема 1.3. Законы теплового излучения.	8	2	2	4	
Тема 1.4. Параметры источников в области отраженного излучения	4	2	2		
Тема 1.5. Искусственные источники излучения.	7	2	2	3	
Тема 1.6. Естественные источники излучения	7	2	2	3	
Раздел 2. Приемники оптического излучения	43	20	20	3	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3
Тема 2.1. Параметры приемников излучения.	7	2	2	3	
Тема 2.2. Характеристики ПИ	4	2	2		
Тема 2.3. Тепловые ПИ	4	2	2		
Тема 2.4. Многоэлементные тепловые ПИ	4	2	2		
Тема 2.5. ПИ на основе внешнего фотоэффекта.	4	2	2		
Тема 2.6. ПИ на основе внутреннего фотоэффекта	8	4	4		
Тема 2.7. Особенности энергетических расчетов ОЭП.	4	2	2		
Тема 2.8. Приборы с зарядовой связью	4	2	2		
Тема 2.9. Примеры многоэлементных ПИ.	4	2	2		
Итого	81	34	34	13	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Источники оптического излучения

Тема 1.1. Источники излучения. Классификация источников излучения.

Введение. Волновые и корпускулярные свойства. Шкала электромагнитных волн. Классификация источников излучения. Источники излучения в разных спектральных диапазонах.

Тема 1.2. Параметры источников излучения в области собственного излучения

Параметры источников излучения в области собственного излучения. Энергетические параметры источников излучения. Характеристики источников излучения.

Тема 1.3. Законы теплового излучения.

Черное тело. Законы теплового излучения. Псевдотемпературы

Тема 1.4. Параметры источников в области отраженного излучения

Параметры и характеристики источников в области отраженного излучения.

Тема 1.5. Искусственные источники излучения.

Эталонные источники излучения.

Тема 1.6. Естественные источники излучения

Наземные источники излучения. Атмосферные источники излучения. Космические источники излучения

Раздел 2. Приемники оптического излучения

Тема 2.1. Параметры приемников излучения.

Назначение и классификация приемников излучения. Параметры ПИ.

Тема 2.2. Характеристики ПИ

Характеристики ПИ. Параметры многоэлементных приемников излучения

Тема 2.3. Тепловые ПИ

Тепловые ПИ. Термоэлементы. Болометры. Пирозлектрические ПИ.

Тема 2.4. Многоэлементные тепловые ПИ

Многоэлементные тепловые ПИ.

Тема 2.5. ПИ на основе внешнего фотоэффекта.

Внешний фотоэффект. ПИ на основе внешнего фотоэффекта. ЭОП как приемник излучения

Тема 2.6. ПИ на основе внутреннего фотоэффекта

Внутренний фотоэффект. Энергетические диаграммы. Фоторезисторы. QWIP-приемники. Многоэлементные фоторезисторные ПИ. Фотодиоды. Малоинерционные фотодиоды. Многоэлементные фотодиодные ПИ.

Тема 2.7. Особенности энергетических расчетов ОЭП.

Особенности энергетических расчетов ОЭП при применении различных типов ПИ. Практическое изучение особенностей энергетических расчетов ОЭП при применении различных типов ПИ.

Тема 2.8. Приборы с зарядовой связью

Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Схемы организации ПЗС-матриц. Исследование телевизионной ПЗС-камеры.

Тема 2.9. Примеры многоэлементных ПИ.

КМОП-матрицы. Многоцветные ПИ.

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, 5 семестр.

При организации и проведении промежуточной аттестации, исходя из перечня планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), по каждой компетенции или связанным нескольким компетенциям, в формировании которых участвует учебная дисциплина (модуль), кафедрой формируются фонд оценочных средств к экзамену:

- примерный перечень вопросов к экзамену 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 экзамену для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ.
- примерный перечень комплексных практических контрольных заданий к экзамену 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:

Вопрос для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ;

Простое практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ;

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:

«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.

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3

Вопросы/Задания:

1. Свойства излучения. Волновые и корпускулярные свойства.
2. Шкала электромагнитных волн. Источники излучения в разных спектральных диапазонах.
3. Классификация источников излучения.
4. Параметры источников излучения в области собственного излучения.
5. Параметры источников в области отраженного излучения.
6. Характеристики источников излучения
7. Энергетические параметры источников излучения

8. Фотометрические параметры источников излучения.

9. Связь между фотометрическими и энергетическими параметрами источников излучения

10. Точечный, протяженный и площадной излучатели

11. Черное тело. Законы теплового излучения.

12. Псевдотемпературы

13. Эталонные источники излучения

14. Назначение и классификация приемников излучения

15. Параметры ПИ.

16. Шумы приемников излучения. Шумовые параметры ПИ.

17. Характеристики ПИ.

18. Пересчет параметров ПИ.

19. Тепловые ПИ.

20. Внешний фотоэффект. ПИ на основе внешнего фотоэффекта.

21. ЭОП как приемник излучения

22. Внутренний фотоэффект. Энергетические диаграммы.

23. Фоторезисторы.

24. Фотодиоды.

25. Малоинерционные фотодиоды

26. QWIP-приемники

27. Приборы с зарядовой связью (ПЗС). Схемы организации ПЗС-матриц

28. КМОП-матрицы

29. Многоцветные ПИ

30. Многоэлементные тепловые ПИ

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Торшина И.П. Выбор приемника излучения при проектировании оптико-электронного прибора: учебное пособие. / И.П. Торшина, Ю.Г. Якушенков. - МИИГАиК, 2017. - 58 - 978-5-91188-074-3. - Текст: непосредственный.

Дополнительная литература

1. Тарасов В.В. Введение в проектирование оптико - электронных приборов: системный подход: Учебник. / В.В. Тарасов, Ю.Г. Якушенков; В. В. Тарасов, Ю. Г. Якушенков ;. - Университетская книга, 2016. - 488 - 978-5-98699-164-1. - Текст: непосредственный.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. <https://www.iprbookshop.ru/> - IPR SMART
2. 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
3. <https://opticjourn.ru/ru> - Оптический журнал
4. <https://www.photonics.su/> - Фотоника

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

- Вертикальный линейный транслятор L490/M - 1 шт.
- Интерактивная доска - 1 шт.
- Интерактивная панель - 1 шт.
- Интерферометр Майкельсона - 1 шт.
- Комплект для проведения экспериментов Фурье-оптики (Thorlabs) - 1 шт.
- МФУ - 1 шт.
- Оптическая скамья - 1 шт.
- Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 3 шт.
- Комплект измерительной системы Leica 3D DISTO - 1 шт.
- Мобильная ЭВМ форма фактор-ноутбук HP 250G8 Core i5-1035G1 1.0GHz. 15.6 FHD

(1920*1080)AG.8Gb DDR4(1).256GB SSD.41Wh.1.8 kg 1y - 1 шт.

Компьютерный класс

Меловая доска - 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;

Из-за актуальности курса и постоянного обновления сведений об элементной базе оптико-электронных систем, источников и приемников излучения необходимо постоянно актуализировать курс лекций. Особое внимание следует уделять принципам выбора приемников излучения для конкретных ОЭС.

При изложении материала необходимо приводить примеры взаимосвязи и влияния параметров и характеристик источников и приемников излучения на функционирование ОЭС, решающих конкретные задачи.

Разбор конкретных ситуаций.

Разбор конкретных ситуаций, компьютерные симуляции.

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.