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
15 мая 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЗЗ «Б1.О.21.05 ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ»

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): 2026

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

Объем: в зачетных единицах: 4 з.е.
в академических часах: 144 ак.ч.

Москва, 2026

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

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	10.02.2026, № 5/25-26

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 об основах проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов ;
- формирование у студентов умений использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота;
- дать студентам навыки владения методикой энергетического расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники с учетом требований к параметрам и характеристикам приемников излучения;
- формирование у студентов понятий о государственных и отраслевых стандартов, стандартов организации.

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/Зн1 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-3.1/Ум1 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота Разрабатывать отдельные программы и подпрограммы для решения различных задач проектирования, конструирования, исследования и контроля оптотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

ПК-3.1/Нв1 Методикой энергетического расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники с учетом требований к параметрам и характеристикам приемников излучения

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.21.05 «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)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
5 семестр	144	4	17	34	17	49	Экзамен (27)
Всего	144	4	17	34	17	49	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	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Источники оптического излучения	**50**	**6**	**14**	**8**	**22**	ПК-3.1
Тема 1.1. Источники излучения. Классификация источников излучения.	8		2	2	4	
Тема 1.2. Параметры источников излучения в области собственного излучения	12		4	4	4	
Тема 1.3. Законы теплового излучения.	8	2	2		4	
Тема 1.4. Параметры источников в области отраженного излучения.	8	2	2		4	
Тема 1.5. Искуственные источники излучения.	7	2	2		3	
Тема 1.6. Естественные источники излучения	7		2	2	3	
Раздел 2. Приемники оптического излучения	**67**	**11**	**20**	**9**	**27**	ПК-3.1

Тема 2.1. Параметры приемников излучения.	9	2	2	2	3	
Тема 2.2. Характеристики ПИ	7		2	2	3	
Тема 2.3. Тепловые ПИ	7		2	2	3	
Тема 2.4. Многоэлементные тепловые ПИ	7		2	2	3	
Тема 2.5. ПИ на основе внешнего фотоэффекта.	7	2	2		3	
Тема 2.6. ПИ на основе внутреннего фотоэффекта	9	2	4		3	
Тема 2.7. Особенности энергетических расчетов ОЭП.	7	2	2		3	
Тема 2.8. Приборы с зарядовой связью	8	3	2		3	
Тема 2.9. Примеры многоэлементных ПИ.	6		2	1	3	
Итого	**117**	**17**	**34**	**17**	**49**	

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. Вводный инструктаж. Знакомство с лабораторией.

Тема 1.2. Параметры источников излучения в области собственного излучения

Параметры источников излучения в области собственного излучения. Энергетические параметры источников излучения. Характеристики источников излучения. Точечный, протяженный и площадной излучатели. Фотометрические параметры и характеристики источников излучения. Точечный, протяженный и площадной излучатели. Связь между фотометрическими и энергетическими параметрами источников излучения. Расчет соотношений между энергетическими и фотометрическими величинами

Тема 1.3. Законы теплового излучения.

Черное тело. Законы теплового излучения. Псевдотемпературы. Расчет изотермы Планк

Тема 1.4. Параметры источников в области отраженного излучения.

Параметры и характеристики источников в области отраженного излучения. Решение задач на применение знаний о параметрах и характеристиках источников излучения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 1.5. Искуственные источники излучения.

Эталонные источники излучения. Исследование черного тела.

Тема 1.6. Естественные источники излучения

Наземные источники излучения. Атмосферные источники излучения. Космические источники излучения. Излучающие диоды. Принцип работы, параметры.

Раздел 2. Приемники оптического излучения

Тема 2.1. Параметры приемников излучения.

Назначение и классификация приемников излучения. Параметры ПИ. Исследование диаграммы направленности излучающего диода.

Тема 2.2. Характеристики ПИ

Характеристики ПИ. Параметры многоэлементных приемников излучения. Пересчет параметров приемника излучения.

Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Контрольная работа

Тема 2.3. Тепловые ПИ

Тепловые ПИ. Термоэлементы. Болометры. Пироэлектрические ПИ. Расчет коэффициента использования излучения приемником.

Тема 2.4. Многоэлементные тепловые ПИ

Многоэлементные тепловые ПИ. Фотодиодная матрица МФ-14.

Тема 2.5. ПИ на основе внешнего фотоэффекта.

Внешний фотоэффект. ПИ на основе внешнего фотоэффекта. ЭОП как приемник излучения. Фотодиодная матрица МФ-14.

Тема 2.6. ПИ на основе внутреннего фотоэффекта

Внутренний фотоэффект. Энергетические диаграммы. Фоторезисторы. QWIP-приемники Многоэлементные фоторезисторные ПИ. Дальномер геометрического типа на фотодиодной линейке. Фотодиоды. Малоинерционные фотодиоды. Многоэлементные фотодионые ПИ. Исследование спектральной характеристики фотодиода.

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 «Источники и приемники оптического излучения», по каждой компетенции или связанным нескольким компетенциям, в формировании которых участвует данная учебная дисциплина, кафедрой формируются фонд оценочных средств к зачету:

- примерный перечень вопросов к зачету 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 зачету для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- примерный перечень комплексных практических контрольных заданий к зачету 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:

1. Вопрос для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ;
2. Простое практическое контрольное задание для оценивания результатов обучения в виде УМЕНИЙ;
3. 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 и дифференцированного зачета:
«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.
При проведении зачета: если достигнут один из показателей:
«ПОВЫШЕННЫЙ», «БАЗОВЫЙ» или «ПОРОГОВЫЙ» - выставляется оценка «ЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок находится в интервале от 2.5-5.0. В противном случае: если достигнут показатель «НЕДОСТАТОЧНЫЙ.» - выставляется оценка «НЕЗАЧТЕНО», если среднее арифметическое значение оценок по элементам контроля менее 2.5

7. Оценочные материалы текущего контроля

Раздел 1. Источники оптического излучения
Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 1.4. Параметры источников в области отраженного излучения.
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа
Вопросы/Задания:
1. Решение задач на применение знаний о параметрах и характеристиках источников излучения

Раздел 2. Приемники оптического излучения
Контролируемые ИДК: ПК-3.1

Тема 2.2. Характеристики ПИ
Форма контроля/оценочное средство: Контрольная работа
Вопросы/Задания:
1. Решение задач на применение знаний о параметрах и характеристиках источников излучения

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

5 семестр, Экзамен
Контролируемые ИДК: ПК-3.1

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. Соломатин В.А. Оптико - электронные сканеры и спектрометры космических аппаратов: Учебное пособие для вузов. / В.А. Соломатин. - "Инновационное машиностроение", 2021. - 154 - 978-5-907104-89-1. - Текст: непосредственный.

Дополнительная 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.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. https://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - SpectralCalc.com
2. http://modtran.spectral.com/modtran_home - Modtran
3. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
4. https://opticjourn.ru/ru - Оптический журнал
5. https://www.izmt.ru/jour - Измерительная техника

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)

Перед лекцией каждый студент получает индивидуальную карточку со списком понятий по теме занятия. Во время лекции по мере того, как преподаватель озвучивает материал, студенты должны называть и объяснять понятия на их бинго-карточках. Как только понятие названо, все вычеркивают его из своей карточки.
Вопросный метод Сократа
"Я знаю, что ничего не знаю, - говорил Сократ, - но хочу вместе с тобой поразмышлять по тому или иному вопросу; я буду задавать вопросы и возражать на твои ответы, чтобы ты меня получше научил"
В рамках данного метода преподаватель изображает полное незнание предмета, чтобы спровоцировать диалог со студентами. Благодаря этому «диалогу с невежей», студенты получают наиболее полные знания по теме. Преподаватель заранее формулирует последовательность наводящих вопросов, в которой каждый следующий вопрос подводит студента к задуманному результату.
Метод «Мозгового штурма» — это метод, при котором принимается любой
ответ обучающегося на заданный вопрос. Важно не давать оценку высказываемым точкам зрения сразу, а принимать все и записывать мнение каждого на доске или листе бумаги. Участники должны знать, что от них не требуется обоснований или объяснений ответов. «Мозговой штурм» – это простой способ генерирования идей для разрешения проблемы. Во время мозгового штурма участники свободно обмениваются идеями по мере их возникновения таким образом, что каждый может развивать чужие идеи.

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.