



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)
ОПТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
«Б1.В.07.04 ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ»**

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:

Старший преподаватель кафедры Оптико-электронных приборов
Откупман Д. Г.

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 - формирование студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области оптико-электронного приборостроения для реализации первых этапов расчета и проектирования современных тепловизионных приборов и систем специального назначения.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов понятий об основах проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- освоение студентами компьютерных технологий и программных средств проектирования и конструирования;
- формирование у студентов способностей к доказательству основных результатов в этих направлениях.

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 оплотехники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования

ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оплотехники, 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 оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Владеть:

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

ПК-3.2 Рассчитывает, визуализирует и моделирует действие оптических элементов и систем с использованием специализированного программного обеспечения, обрабатывает и анализирует результаты расчета с использованием специализированного программного обеспечения

Знать:

ПК-3.2/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-3.2/Ум1 Использовать профессиональные пакеты прикладных программ для проектирования и конструирования оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов и системы электронного документооборота. Работать с базами данных и источниками информации. 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-3.2/Нв1 Инженерными методиками расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов оплотехники

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

ПК-5.1 Владеет научно-технической информацией в области использования ОЭС ДЗЗ

Знать:

ПК-5.1/Зн1 Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.1/Ум1 Уметь работать с научно-технической информацией, проводить патентный поиск, работать с научно-техническими текстами, используя стандартные текстовые и графические программы для оформления документации, применять справочные материалы, в том числе на иностранном языке, представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты, переводить научно-технические тексты, составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.1/Нв1 Владеть методами поиска и анализа научно-технической информации об отечественном и зарубежном опыте по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов; владеть способами представления информации в систематизированном виде, требуемом формате, оформлением научно-технических отчетов, владеть навыками составления планов поиска научно-технической информации по разработке оптических и оптико-электронных приборов и комплексов.

ПК-5.2 Планирует применение систем дистанционного зондирования Земли

Знать:

ПК-5.2/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные достижения и проблемы современной оплотехники, обеспечивающие модернизацию экономики и развитие фундаментальной и прикладной науки. Основные типы, характеристики оптических и оптико-электронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база опто-техники. Принципы построения и функционирования электронных и оптико-электронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.2/Ум1 Работать с техническими текстами. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Анализировать состояние и перспективы развития оптоэлектроники в целом и ее отдельных направлений. Применять справочные материалы. Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты. Переводить научные тексты. Искать патентную и научно-техническую информацию. Составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.2/Нв1 Навыками поиска и извлечения нужной информации по разработке оптоэлектронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли в адаптированных источниках различного типа.

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/Зн1 Физическая и прикладная оптика. Основные типы, характеристики оптических и оптоэлектронных систем дистанционного зондирования Земли, элементная база оптоэлектроники. Принципы построения и функционирования электронных и оптоэлектронных приборов и систем дистанционного зондирования Земли. Общий курс технического английского языка в области оптического приборостроения, оптических материалов и технологий

Уметь:

ПК-5.3/Ум1 Работать с техническими текстами. Использовать стандартные текстовые и графические программы для оформления документации. Анализировать состояние и перспективы развития оптоэлектроники в целом и ее отдельных направлений. Применять справочные материалы. Представлять материалы для оформления патентов, готовить к публикации научные статьи и оформлять научно-технические отчеты. Переводить научные тексты. Искать патентную и научно-техническую информацию. Составлять научно-технические отчеты и пояснительные записки

Владеть:

ПК-5.3/Нв1 Навыками поиска и извлечения нужной информации по разработке оптоэлектронных приборов и комплексов дистанционного зондирования Земли в адаптированных источниках различного типа;

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.07.04 «Тепловизионные системы специального назначения» 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	удельная доля (с/з)	удельная доля (с/з)	удельная доля (с/з)	удельная доля (с/з)	удельная доля (с/з)	удельная доля (с/з)
--------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------

обучения	Общая труд (час)	Общая труд (ЗЕ)	Лабораторные (час)	Практические (час)	Самостоятельные (час)	Промежуточные (час)
8 семестр	144	4	32	32	46	Экзамен (34)
Всего	144	4	32	32	46	34

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие результатам освоения программы
Раздел 1. Инфракрасное (ИК) излучение. Понятие тепловидения	6		2	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 1.1. Введение	1,5		0,5	1	
Тема 1.2. Деление ИК-излучения на поддиапазоны, «окна» прозрачности, прохождение через атмосферу	1,5		0,5	1	
Тема 1.3. Энергетические и фотометрические величины. Законы теплового излучения	3		1	2	
Раздел 2. Особенности тепловизионных систем	7		3	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 2.1. Критерии качества и показатели эффективности	2,5		0,5	2	
Тема 2.2. Сканирование	4,5		2,5	2	
Раздел 3. Приёмники излучения ИК диапазона спектра	8		4	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 3.1. Параметры и характеристики приёмников излучения	4		2	2	
Тема 3.2. Фотонные приёмники излучения и их охлаждение (криостаты, криокулеры)	0,5		0,5		
Тема 3.3. Тепловые приёмники излучения и калибровка	0,5		0,5		
Тема 3.4. Обзор современного рынка ИК матричных фотоприёмных устройств	3		1	2	

Раздел 4. Электронный тракт тепловизионных систем	9		3	6	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 4.1. Требования, задачи и примеры выполняемых функций электронного тракта	3		1	2	
Тема 4.2. Элементы электронного тракта	3		1	2	
Тема 4.3. Основные источники шума	3		1	2	
Раздел 5. Видеоконтрольные устройства	4		2	2	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 5.1. Параметры и основные типы систем отображения информации	1		1		
Тема 5.2. Матричные экраны, микродисплеи	3		1	2	
Раздел 6. Представление и обработка ИК-изображений	17	10	3	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 6.1. Цифровое представление термограмм	13,5	10	1,5	2	
Тема 6.2. Обработка изображений	3,5		1,5	2	
Раздел 7. Оптические материалы и технологии, применяемые в тепловизорах. Особенности расчёта ИК объективов	7		3	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 7.1. Оптические материалы для работы в ИК области	3		1	2	
Тема 7.2. Синтез оптических систем тепловизионных приборов	4		2	2	
Раздел 8. Критерии различения. Методы распознавания	17	10	3	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 8.1. Передаточные функции звеньев тепловизионной системы	3,5		1,5	2	
Тема 8.2. Распознавание человеком-оператором и автономное (автоматическое) распознавание	13,5	10	1,5	2	
Раздел 9. Исследования и испытания тепловизоров	19	12	3	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 9.1. Общие сведения о проведении исследований, испытаний, контроля и аттестации	3		1	2	
Тема 9.2. Метрологическое обеспечение	16	12	2	2	
Раздел 10. Компьютерные модели тепловизионных систем	7		3	4	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1

Тема 10.1. Моделирование ИК-сигнатур	3,5		1,5	2	ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 10.2. Программное обеспечение для имитационного моделирования	3,5		1,5	2	
Раздел 11. Применение, современные тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем	9		3	6	ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3
Тема 11.1. Двух- и многодиапазонные системы	3		1	2	
Тема 11.2. Использование тепловидения в различных отраслях науки и техники	3		1	2	
Тема 11.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем	3		1	2	
Итого	110	32	32	46	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Инфракрасное (ИК) излучение. Понятие тепловидения

Тема 1.1. Введение

Определения; обзор направления; области применения; исторический очерк; поколения тепловизоров, их основные достоинства и недостатки

Тема 1.2. Деление ИК-излучения на поддиапазоны, «окна» прозрачности, прохождение через атмосферу

Ближне-, средне- и дальне-волновой поддиапазоны ИК-излучения. Особенности прохождения ИК-излучения через атмосферу с учётом метеорологических условий. Модели земной атмосферы

Тема 1.3. Энергетические и фотометрические величины. Законы теплового излучения

Энергетические и фотометрические величины. Элементы теории теплопередачи (теплопроводность, конвекция, излучение). Законы теплового излучения.

Раздел 2. Особенности тепловизионных систем

Тема 2.1. Критерии качества и показатели эффективности

Критерии качества изображения, сформированного системой. Тактико-технические параметры и характеристики аппаратуры. Показатели эффективности достижения цели, ради которой создается система. Техничко-экономические показатели

Тема 2.2. Сканирование

Сканирующие тепловизоры. Макро- и микросканирование. Расчёт оптических элементов для сканирования пространства предметов

Раздел 3. Приёмники излучения ИК диапазона спектра

Тема 3.1. Параметры и характеристики приёмников излучения

Разновидности и сравнение типов ИК детекторов. Особенности, параметры и характеристики (спектральные, геометрические, эксплуатационные) приёмников излучения тепловизионных систем. Особенности, параметры и характеристики (спектральные, геометрические, эксплуатационные) приёмников излучения тепловизионных систем.

Тема 3.2. Фотонные приёмники излучения и их охлаждение (криостаты, криокулеры)

Особенности фотонных приёмников излучения. Микрокриогенные системы в составе приёмников излучения

Тема 3.3. Тепловые приёмники излучения и калибровка

Особенности тепловых приёмников излучения. Калибровка матричных приёмников излучения.

Тема 3.4. Обзор современного рынка ИК матричных фотоприёмных устройств

Отечественные и зарубежные предприятия по производству ИК приёмников. Обзор серийной продукции. Выбор матричного приёмника излучения тепловизионной системы.

Раздел 4. Электронный тракт тепловизионных систем

Тема 4.1. Требования, задачи и примеры выполняемых функций электронного тракта

Теория обработки сигналов. Требования и задачи электронного тракта тепловизионной системы. Типовые задачи, решаемые при помощи электронного тракта.

Тема 4.2. Элементы электронного тракта

Мультиплексор, схема считывания, технологии исполнения (изготовления) фото-приёмных устройств. Интерфейсы тепловизионных модулей.

Тема 4.3. Основные источники шума

Полное описание пространственно-временного шума. Расчёт эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур.

Раздел 5. Видеоконтрольные устройства

Тема 5.1. Параметры и основные типы систем отображения информации

Чувствительность глаза, текстурные признаки. Классификация и основные отличия видеоконтрольных устройств.

Тема 5.2. Матричные экраны, микродисплеи

Миниатюрные системы отображения информации носимых тепловизоров. Выбор матричного дисплея тепловизионной системы

Раздел 6. Представление и обработка ИК-изображений

Тема 6.1. Цифровое представление термограмм

Дискретизация изображения Глубина цвета, кодирование и сжатие изображений. Определение динамического диапазона наблюдения. Анализ тепловизионных изображений (термограмм)

Тема 6.2. Обработка изображений

Методы повышения качества изображений, фильтрация, изменение разрешения, компенсация дефектов. Выбор оптимального набора методов цифровой обработки видеопотока.

Раздел 7. Оптические материалы и технологии, применяемые в тепловизорах. Особенности расчёта ИК объективов

Тема 7.1. Оптические материалы для работы в ИК области

Оптические материалы прозрачные в ИК области, зеркальные покрытия, адгезивы. Просветление ИК оптики, светофильтрация.

Тема 7.2. Синтез оптических систем тепловизионных приборов

Охлаждаемая область ИК детектора, эффект Нарцисса, ахроматизация, атермализация (термокомпенсация). Применение специальных оптических элементов (асферические, киноформные, градиентные, жидкие, свободной формы и др.). Расчёт оптической системы тепловизора

Раздел 8. Критерии различения. Методы распознавания

Тема 8.1. Передаточные функции звеньев тепловизионной системы

Теория линейной фильтрации. Тепловизионная система как набор независимых звеньев. Расчёт суммарной передаточной функции тепловизионной системы.

Тема 8.2. Распознавание человеком-оператором и автономное (автоматическое) распознавание

Критерии различения объектов для распознавания. Расчёт основных параметров тепловизионной системы для решения задач обнаружения, распознавания и идентификации. Работа с нейросетевым алгоритмом автономного распознавания. Исследование методов компьютерного зрения в видеопотоке, полученном с тепловизионной камеры

Раздел 9. Исследования и испытания тепловизоров

Тема 9.1. Общие сведения о проведении исследований, испытаний, контроля и аттестации

Обобщённый подход к созданию ИК системы, последовательность конструирования, стадии проектирования. Градуировка тепловизоров

Тема 9.2. Метрологическое обеспечение

Приборы и методы контроля параметров тепловизоров. Расчёт пространственной частоты и углового размера ИК мир. Измерение параметров тепловизионного модуля.

Раздел 10. Компьютерные модели тепловизионных систем

Тема 10.1. Моделирование ИК-сигнатур

Общие сведения о компьютерном моделировании тепловизионных систем. Примеры моделирования ИК изображений целевых объектов в различных состояниях.

Тема 10.2. Программное обеспечение для имитационного моделирования

Обзор компьютерных программ для имитационного моделирования тепловизионных систем. Использование программного обеспечения для имитационного моделирования тепловизионных изображений

Раздел 11. Применение, современные тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем

Тема 11.1. Двух- и многодиапазонные системы

Многоканальные / много-спектральные системы. Двух- и многоспектральные детекторы. Комплексирование разно-спектральных изображений.

Тема 11.2. Использование тепловидения в различных отраслях науки и техники

Применение тепловизионных систем в военном деле. Применение тепловизионных систем в медицине, биологии, астрономии, промышленности, строительстве и др. отраслях

Тема 11.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем

Перспективные ИК системы. Новые направления исследований. Контроль знаний. Обзорное
Текущий контроль

Вид (форма) контроля
Тестирование

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

- 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. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ется) компетенции(я), уровень сформированности которых(ой) будет оцениваться;
- 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:

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 11. Применение, современные тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-5.3

Тема 11.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем

Форма контроля/оценочное средство: Тестирование

Вопросы/Задания:

1. Излучатель типа АЧТ нагрет до температуры 300 К. Чему равна длина волны, соответствующая максимуму спектральной плотности излучения?

1. ≈ 1 мкм
2. ≈ 10 мкм
3. ≈ 100 мкм
4. ≈ 1000 мкм

2. Какое из семейств преобразования Фурье как функции сигнала во временной области представляется в виде дискретного и апериодического сигнала?

1. Преобразования Фурье
2. Ряды (последовательности) Фурье
3. Дискретные ряды Фурье
4. Дискретные преобразования Фурье
5. Ни один из перечисленных
6. Все перечисленные

3. Какой закон определяет зависимость поверхностной плотности излучения черного тела от температуры?

4. При повышении температуры спектр излучения смещается в область?

1. Коротковолновую
2. Не смещается
3. Длинноволновую

5. Сколько процентов излучения, падающего на идеальное черное тело поглощается? (ответ дать числом)

6. Какой из перечисленных типов матричных приёмников излучения, обычно, не требует охлаждения?

1. Антимонид индия
2. Кадмий-ртуть-теллур

- 3 Микроболометр
- 4 Ни один из перечисленных
- 5 Все перечисленные

7. Для какой энергетической величины справедлива размерность Вт/м²?

- 1 Поток излучения
- 2 Сила излучения
- 3 Светимость
- 4 Освещённость
- 5 Яркость
- 6 Ни одна из перечисленных
- 7 Все перечисленные

8. В какой поддиапазон ИК-излучения входит длина волны 10 мкм?

- 1 NIR
- 2 SWIR
- 3 MWIR
- 4 LWIR
- 5 VLWIR
- 6 FIR
- 7 SubMM
- 8 Ни один из перечисленных
- 9 Все перечисленные

9. Какой математической операцией заменяется операция свёртки в частотной области?

- 1 Сложение
- 2 Вычитание
- 3 Умножение
- 4 Деление
- 5 Интегрирование
- 6 Дифференцирование
- 7 Ни одна из перечисленных
- 8 Все перечисленные

10. Какой из перечисленных материалов не может быть использован в качестве линз оптической системы тепловизора?

- 1 Германий
- 2 Стекло K108
- 3 Кремний
- 4 Стекло BF7
- 5 Селенид цинка
- 6 Ни один из перечисленных
- 7 Все перечисленные

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

8 семестр, Экзамен

Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ПК-5.1 ПК-3.2 ПК-5.2 ПК-5.3

Вопросы/Задания:

- 1. Отличия поколений тепловизоров.
- 2. Достоинства и недостатки тепловизоров.
- 3. Структурная схема «смотрящей» тепловизионной системы.

4. Основные законы теплового излучения.
5. Основные энергетические величины и связи между ними.
6. Ослабление инфракрасного излучения в земной атмосфере и его учет.
7. Модели земной атмосферы и их назначение.
8. Основные критерии качества и показатели эффективности тепловизионных систем.
9. Виды сканирования. Макро- и микросканирование.
10. Оптические элементы сканирующих устройств. Сравнительная характеристика.
11. Классификация матричных приёмников излучения, применяемых в тепловизионных системах.
12. Сравнительная характеристика охлаждаемых и неохлаждаемых фотоприёмных устройств.
13. Параметры и характеристики матричных приёмников излучения, применяемых в тепловизионных системах.
14. Основные требования к охлаждающим устройствам приёмников излучения.
15. Калибровка матричных приёмников излучения.
16. Виды шумов матричных приёмников излучения, применяемых в тепловизионных системах.
17. Температурно-пространственные и температурно-частотные характеристики.
18. Сравнительная характеристика эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур.
19. Основные назначения и требования, предъявляемые к электронному тракту (модулю электронной обработки) тепловизионного прибора.
20. Интерфейсы тепловизионных приборов.
21. Типы и основные характеристики видеоконтрольных устройств.
22. Назначение и методы цифровой обработки тепловизионных изображений.
23. Способы цифрового представления тепловизионных изображений (термокарт). Динамический диапазон.
24. Коррекция неоднородности матричных приёмников излучения.
25. Основные задачи тепловизионных систем, решаемые программными средствами.

26. Методы цифровой фильтрации изображений.
27. Оптические материалы, применяемые в тепловизионных системах.
28. Определение геометрооптических параметров и характеристик тепловизионных систем.
29. Ахроматизация и атермализация оптических систем.
30. Особенности оптических схем тепловизионных систем с охлаждаемыми приёмниками.
31. Эффект Нарцисса и способы его устранения.
32. Определение энергетических параметров и характеристик тепловизионных систем.
33. Критерии различения цели.
34. Методы автономного распознавания.
35. Тепловизионная система в виде набора линейных апериодических звеньев.
36. Метрологическое обеспечение тепловизионных систем.
37. Схема (теплого) контроля эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур.
38. Виды испытаний тепловизионных систем.
39. Имитационное моделирование тепловизионных изображений.
40. Компьютерное моделирование тепловизионных систем.
41. Принципы работы и особенности двух- и многодиапазонных (многоспектральных) фотоприёмных устройств.
42. Варианты обработки изображений разного спектрального состава.
43. Комплексирование изображений.
44. Тепловизионные приборы в медицине.
45. Тепловой неразрушающий контроль.
46. Тепловая маскировка объектов-целей и средства оптико-электронной борьбы.
47. Тепловизионные системы военного применения.
48. Факторы, влияющие на выбор рабочего спектрального диапазона тепловизора.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. Мирошников М. М. Теоретические основы оптико-электронных приборов / М. М. Мирошников. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 704 с. - 978-5-8114-1036-1. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210497> - Режим доступа: по подписке

2. 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.

Дополнительная 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.

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1. http://modtran.spectral.com/modtran_home - Modtran
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://www.spectralcalc.com/blackbody_calculator/blackbody.php - SpectralCalc.com
4. <https://www.iprbookshop.ru/> - IPR SMART
5. <https://pribor.ifmo.ru/> - Приборостроение
6. <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.

Лекционная аудитория

LED-экран - 1 шт.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) - 1 шт.

10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

При изучении курса следует постоянно связывать изучаемый материал со сведениями из разделов оптики, теории оптико-электронных систем, физики, электроники, источникам и приемникам излучения.

Систематически готовиться к занятиям, повторять изучаемый материал. Студент, пропустивший занятия, обязан пройти собеседование по материалу пропущенных занятий. Вопросы по материалу пропущенных занятий в обязательном порядке входят в промежуточную аттестацию. Особенностью дисциплины является необходимость в периодическом до-полнении курса лекций, для актуализации используемых в тепловизионных системах материалов и технологий. Повествование дисциплины сопровождается большим количеством иллюстративной части (графики, схемы, рисунки и т.д.), которую рекомендуется демонстрировать в виде электронных презентаций или раздаточного материала.

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.