



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ
(МИИГАиК)

Факультет оптического приборостроения
Кафедра оптико-электронных приборов



**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 5387FD2AF5B17FED816FDE9A1D4973B1
Владелец: Степанченко Алексей Леонидович
Действителен: с 21.07.2025 по 14.10.2026

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор
А. Л. Степанченко
18 апреля 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Б1.В.ДВ.04.02 ОСНОВЫ ТЕПЛОВИДЕНИЯ»**

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): 2025

Срок получения образования: 4 года

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

Москва, 2025

Разработчики:

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

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	15.01.2025, № 2/24-25

Содержание

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)
2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы
3. Место дисциплины в структуре ОП
4. Объем дисциплины и виды учебной работы
5. Содержание дисциплины
 - 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий
 - 5.2. Содержание разделов, тем дисциплины и формы текущего контроля
6. Оценочные материалы текущего контроля
7. Оценочные материалы промежуточной аттестации
8. Порядок проведения промежуточной аттестации
9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины
 - 9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы
 - 9.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся
 - 9.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине
 - 9.4. Оборудование и технические средства обучения
10. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование студентами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области физических основ и принципов действия современных тепловизоров, познание методов выбора и расчета их основных параметров, понимание принципов получения, формирования и обработки инфракрасных изображений.

Задачи изучения дисциплины:

- формирование у студентов понятий о принципах построения и составе оптических и оптико-электронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов знаний о принципе конструирования оптико-электронных приборов;
- формирование у студентов умений использовать компьютерные технологии проектирования и конструирования оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов;
- формирование у студентов навыков анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов;
- формирование у студентов умений применять передовой инженерный опыт при проектировании и конструировании оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов.

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-4.3 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

ПК-5 ПК-5. Способен к участию в разработке технических требований и заданий на проектирование типовых систем, приборов, узлов и деталей лазерной техники, лазерных оптико-электронных приборов и систем

ПК-5.1 ПК-5.1. Анализирует и определяет требования к параметрам, предъявляемые к разрабатываемой лазерной технике с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Знать:

ПК-5.1/Зн1 Особенности конструкции и принцип работы оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-5.1/Ум1 Анализировать предъявляемые технические требования к параметрам разрабатываемого оптико-электронного прибора с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов

Владеть:

ПК-5.1/Нв1 Методикой анализа технического задания на проектирование лазерной техники

ПК-5.2 ПК-5.2. Определяет, корректирует и обосновывает техническое задание в части проектно-конструкторских характеристик блоков и узлов лазерных оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-5.2/Зн1 Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

ПК-5.2/Ум1 Обосновывать предлагаемые технические решения при проектировании узлов и элементов лазерных приборов и систем с применением информационных ресурсов и технологий

Владеть:

ПК-5.2/Нв1 Навыками использования информационных ресурсов и баз данных при корректировании и обосновании технических требований и заданий

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.04.02 «Основы тепловидения» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 7.

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)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр	108	3	17	34	57	Зачет
Всего	108	3	17	34	57	

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, соотношенные с результатами освоения программы
Раздел 1. ИК излучение. Понятие тепловидения	9		2	7	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 1.1. Введение	2,5		0,5	2	
Тема 1.2. Деление ИКизлучения на поддиапазоны, «окна» прозрачности, прохождение через атмосферу	2,5		0,5	2	
Тема 1.3. Энергетические и фотометрические величины. Законы теплового излучения	4		1	3	
Раздел 2. Особенности тепловизионных систем	8		3	5	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 2.1. Критерии качества и показатели эффективности	3,5		0,5	3	
Тема 2.2. Сканирование	4,5		2,5	2	
Раздел 3. Приёмники излучения ИК диапазона спектра	13		4	9	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 3.1. Параметры и характеристики приёмников излучения	5		2	3	
Тема 3.2. Фотонные приёмники излучения и их охлаждение (криостаты, криокулеры)	2,5		0,5	2	

Тема 3.3. Тепловые приёмники излучения и калибровка	2,5		0,5	2	
Тема 3.4. Обзор современного рынка ИК матричных фотоприёмных устройств	3		1	2	
Раздел 4. Электронный тракт тепловизионных систем	9		3	6	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
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	6		2	4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 5.1. Параметры и основные типы систем отображения информации	3		1	2	
Тема 5.2. Матричные экраны, микродисплеи	3		1	2	
Раздел 6. Представление и обработка ИК-изображений	13	5	4	4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 6.1. Цифровое представление термограмм	9	5	2	2	
Тема 6.2. Обработка изображений	4		2	2	
Раздел 7. Оптические материалы и технологии, применяемые в тепловизорах. Особенности расчёта ИК объективов	7		3	4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
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	13	5	4	4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 8.1. Передаточные функции звеньев тепловизионной системы	4		2	2	
Тема 8.2. Распознавание человекомоператором и автономное (автоматическое) распознавание	9	5	2	2	
Раздел 9. Критерии различения. Методы распознавания	14	7	3	4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1

Тема 9.1. Общие сведения о проведении исследований, испытаний, контроля и аттестации	3		1	2	ПК-5.2
Тема 9.2. Метрологическое обеспечение	11	7	2	2	
Раздел 10. Компьютерные модели тепловизионных систем	7		3	4	ПК-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 10.1. Моделирование ИК-сигнатур	3,5		1,5	2	
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-4.1 ПК-4.3 ПК-5.1 ПК-5.2
Тема 11.1. Двух- и многодиапазонные системы	3		1	2	
Тема 11.2. Использование тепловидения в различных отраслях	2,5		0,5	2	
Тема 11.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем	3,5		1,5	2	
Итого	108	17	34	57	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. 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 дальневолновой 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. Техноэкономические 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. Расчёт основных параметров многоэлементных матричных приёмников излучения

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) фотоприёмных 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

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.)

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 человекомоператором 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

Раздел 9. Критерии различения. Методы распознавания

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

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 /многоспектральные системы. Двух- и многоспектральные детекторы. Комплексирование разносспектральных изображений.

Тема 11.2. Использование тепловидения в различных отраслях

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

Перспективные ИК системы. Новые направления исследований

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, 7 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:

- примерный перечень вопросов к экзамену для оценивания результатов обучения в виде ЗНАНИЙ. При этом, за каждым вопросом в скобках указываются(ются) 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(ются) 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

7 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: ПК-4.1 ПК-5.1 ПК-5.2 ПК-4.3

Вопросы/Задания:

1. Отличия поколений тепловизоров.
2. Структурная схема «смотрящей» тепловизионной системы.
3. Основные законы теплового излучения.
4. Основные энергетические величины и связи между ними.
5. Основные критерии качества и показатели эффективности тепловизионных систем.
6. Параметры и характеристики матричных приёмников излучения, применяемых в тепловизионных системах.
7. Основные требования к охлаждающим устройствам приёмников излучения.
8. Виды шумов матричных приёмников излучения, применяемых в тепловизионных системах.
9. Температурно-пространственные и температурно-частотные характеристики.
10. Интерфейсы тепловизионных приборов.
11. Типы и основные характеристики видеоконтрольных устройств.
12. Способы цифрового представления тепловизионных изображений (термокарт).
Динамический диапазон.

13. Оптические материалы, применяемые в тепловизионных системах.
14. Комплексирование изображений.
15. Тепловизионные приборы в медицине.
16. Тепловой неразрушающий контроль.
17. Тепловая маскировка объектов-целей и средства оптико-электронной борьбы.
18. Тепловизионные системы военного применения.
19. Достоинства и недостатки тепловизоров.
20. Ослабление инфракрасного излучения в земной атмосфере и его учет.
21. Виды сканирования. Макро- и микросканирование.
22. Классификация матричных приёмников излучения, применяемых в тепловизионных системах.
23. Калибровка матричных приёмников излучения.
24. Коррекция неоднородности матричных приёмников излучения.
25. Методы цифровой фильтрации изображений.
26. Ахроматизация и атермализация оптических систем.
27. Критерии различения цели.
28. Методы автономного распознавания.
29. Метрологическое обеспечение тепловизионных систем.
30. Схема (теплого) контроля эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур.
31. Виды испытаний тепловизионных систем.
32. Компьютерное моделирование тепловизионных систем.
33. Принципы работы и особенности двух- и многодиапазонных (многоспектральных) фотоприёмных устройств.
34. Модели земной атмосферы и их назначение.
35. Оптические элементы сканирующих устройств. Сравнительная характеристика.

36. Сравнительная характеристика охлаждаемых и неохлаждаемых фотоприёмных устройств.
37. Сравнительная характеристика эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур.
38. Основные назначения и требования, предъявляемые к электронному тракту (модулю электронной обработки) тепловизионного прибора.
39. Назначение и методы цифровой обработки тепловизионных изображений.
40. Основные задачи тепловизионных систем, решаемые программными средствами.
41. Определение геометрических параметров и характеристик тепловизионных систем.
42. Особенности оптических схем тепловизионных систем с охлаждаемыми приёмниками.
43. Эффект Нарцисса и способы его устранения.
44. Определение энергетических параметров и характеристик тепловизионных систем.
45. Тепловизионная система в виде набора линейных апериодических звеньев.
46. Имитационное моделирование тепловизионных изображений.
47. Варианты обработки изображений разного спектрального состава.
48. Факторы, влияющие на выбор рабочего спектрального диапазона тепловизора.
49. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная 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.

Дополнительная литература

1. Белоусов Ю. И. Инфракрасная фотоника: учебное пособие для вузов / Ю. И. Белоусов, Е. С. Постников. - 2-е изд., стер. (полноцветная печать) - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 340 с. - 978-5-507-46496-8. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/book/309734> - Режим доступа: по подписке

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

Профессиональные базы данных

Не используются.

Ресурсы «Интернет»

1.

https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8

[1%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8) - Wikipedia

2. <https://www.iprbookshop.ru/> - IPR SMART

3. <https://www.computeroptics.ru/> - Компьютерная оптика

4. <https://pribor.ifmo.ru/> - Приборостроение

5. <https://opticjourn.ru/ru> - Оптический журнал

6. <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

Лекционная 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;

Особенностью дисциплины является необходимость в периодическом дополнении 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.