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) «Б1.О.03 ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ СИСТЕМЫ»

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 12.04.02 Оптотехника

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

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

Срок получения образования: 2 года

Объем: в зачетных единицах: 2 з.е.
в академических часах: 72 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 направлению подготовки 12.04.02 Оптотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.09.2017 № 941

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 у студентов 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.

Задачи изучения дисциплины:

- освоить физическую и прикладную оптику;
- освоить принципы организации и проведения экспериментальных исследований;
- освоить требования охраны труда в области проведения экспериментальных исследований;
- научиться формировать цели исследований, распределять поставленные задачи и координировать их выполнение;
- научиться формулировать требования к оборудованию и комплектующим, необходимые для проведения исследований.

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

Компетенции, индикаторы и результаты обучения

УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними

Знать:

УК-1.1/Зн1 Методы критического анализа и синтеза информации

УК-1.1/Зн2 Методы оценки современных научных достижений

Уметь:

УК-1.1/Ум1 Обобщать, анализировать и выбирать информацию для теоретического анализа области исследования

Владеть:

УК-1.1/Нв1 Навыками методологически грамотного осмысления конкретно научных проблем с видением их в мировоззренческом контексте истории оптики и оптико-электронного приборостроения

УК-1.2 Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению

Знать:

УК-1.2/Зн1 Характеристики информации и требования, предъявляемые к ней

Уметь:

УК-1.2/Ум1 Критически работать с информацией

УК-1.2/Ум2 Собирать и анализировать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области

УК-1.2/Ум3 Осуществлять поиск информации и решений на основе действий, эксперимента и опыта

Владеть:

УК-1.2/Нв1 Методами поиска, критического анализа и синтеза информации

УК-1.2/Нв2 Методикой системного подхода для решения поставленных задач

УК-1.2/Нв3 Навыками работы с научными источниками

УК-1.3 Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников

Знать:

УК-1.3/Зн1 Источники информации, требуемые для решения поставленной цели

Уметь:

УК-1.3/Ум1 Интерпретировать и оценивать информацию

Владеть:

УК-1.3/Нв1 Формулирования и высказывания аргументированных оценочных суждений при решении проблемных профессиональных ситуаций

УК-1.4 Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарных подходов

Знать:

УК-1.4/Зн1 Источники информации, требуемые для решения поставленной цели

Уметь:

УК-1.4/Ум1 Планировать и управлять проектами в области профессиональной деятельности

Владеть:

УК-1.4/Нв1 Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач

УК-1.5 Использует логико-методологический инструментарий для критической оценки современных концепций философского и социального характера в своей предметной области

Знать:

УК-1.5/Зн1 Источники информации, требуемые для решения поставленной цели

Уметь:

УК-1.5/Ум1 Анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов

Владеть:

УК-1.5/Нв1 Навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач

ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики исследований для разработки оптической техники, оптических материалов и технологий оптического производства

ОПК-1.1 Представляет современную научную картину мира, выявляет естественнонаучную сущность проблемы

Знать:

ОПК-1.1/Зн1 Физическая и прикладная оптика

Уметь:

ОПК-1.1/Ум1 Проводить эксперименты и обработку данны

Владеть:

ОПК-1.1/Нв1 Инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютерной техники и информационных технологий; методиками выполнения расчетов применительно к использованию в оптико-электронных приборах и системах

ОПК-1.2 Формулирует задачи, определяет пути их решения и оценивает эффективность выбора

Знать:

ОПК-1.2/Зн1 Теоретические, практические и метрологические основы оптических измерений

Уметь:

ОПК-1.2/Ум1 Формулировать требования к оборудованию и комплектующим, необходимые для проведения исследований

Владеть:

ОПК-1.2/Нв1 Инструментарием для решения математических и физических задач; методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах; средствами компьютернойтехники и информационных технологий; методиками выполнения расчетов применительно к использованию в оптико-электронных приборах и системах

ПК-4 Способность к разработке структурных и функциональных схем оптических и оптико-электронных приборов, систем и комплексов с определением их физических принципов действия, структур и установлением технических требований на отдельные блоки и элементы

ПК-4.1 Определяет перечень проблем в области получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-4.1/Зн1 Физическую и прикладную оптику основы и принципы

Уметь:

ПК-4.1/Ум1 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научно-технической литературе и открытых источниках информации

Владеть:

ПК-4.1/Нв1 Навыками расчетапроектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники

ПК-4.2 Осуществляет поиск имеющихся технологий получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем

Знать:

ПК-4.2/Зн1 Перспективные оптические материалы и технологии

Уметь:

ПК-4.2/Ум1 Обосновать предлагаемые решения. Выявлять зависимости между параметрами исследуемого процесса, явления и особенностями работы прибора

Владеть:

ПК-4.2/Нв1 Навыками расчетапроектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники.

ПК-4.3 Проводит сравнительный анализ изделий-аналогов

Знать:

ПК-4.3/Зн1 Оптические технологии передачи, записи и обработки информации.

Уметь:

ПК-4.3/Ум1 Обосновывать предлагаемые решения

Владеть:

ПК-4.3/Нв1 Навыками расчетапроектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники

ПК-4.4 Выявляет новые способы получения, хранения и обработки информации с использованием оптических и оптико-электронных приборов и систем на основе разрабатываемых конкурентоспособных технологиях

Знать:

ПК-4.4/Зн1 Оптические технологии передачи, записи и обработки информации

Уметь:

ПК-4.4/Ум1 Рационально организовывать трудовую деятельность

Владеть:

ПК-4.4/Нв1 Навыками расчетапроектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники.

ПК-4.5 Разрабатывает и исследует новые способы и принципы функционирования оптических и оптико- электронных приборов и систем получения, хранения и обработки информации

Знать:

ПК-4.5/Зн1 Требования охраны труда и области проведения экспериментальных исследований

Уметь:

ПК-4.5/Ум1 Анализировать предъявляемые технические требования к разрабатываемым оптикоэлектронным приборам и системам получения, хранения и обработки информации с учетом известных экспериментальных и теоретических результатов, опубликованных в научно-технической литературе и открытых источниках информации

Владеть:

ПК-4.5/Нв1 Навыками расчетапроектирования и конструирования типовых систем, приборов, деталей и узлов оптотехники.

3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.О.03 «Тепловизионные системы» относится к обязательной части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 3.

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	доемкость сы)	доемкость ЗЕТ)	ие занятия сы)	ьная работа сы)	ая аттестация сы)

обучения	Общая тру (ча	Общая тру (ЗЕ	Практическ (ча	Самостоятел (ча	Промежуточн (ча
3 семестр	72	2	17	55	Зачет
Всего	72	2	17	55	

5. Содержание дисциплины (модуля)

5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соотнесенные с результатами освоения программы
Раздел 1. Параметры и характеристики тепловизионных систем. Основные особенности	**10**	**2**	**8**	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5
Тема 1.1. Введение	5	1	4	
Тема 1.2. Сканирующие и «смотрящие» тепловизионные системы	5	1	4	
Раздел 2. Электронный тракт тепловизионной системы. Приёмники излучения и видеоконтрольные устройства	**13,5**	**2,5**	**11**	ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5
Тема 2.1. Параметры и характеристики приёмников излучен	4	1	3	
Тема 2.2. Программноаппаратный блок	5	1	4	
Тема 2.3. Параметры и основные типы систем отображения информации	4,5	0,5	4	
Раздел 3. Представление и цифровая обработка ИК-изображений	**11**	**3**	**8**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5
Тема 3.1. Цифровое представление термограмм	5	1	4	
Тема 3.2. Обработка изображений	6	2	4	

Раздел 4. Оптические системы тепловизоров	**12**	**4**	**8**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5
Тема 4.1. Особенности синтеза оптических систем тепловизионных приборов	6	2	4	
Тема 4.2. Распознавание человеком оператором и автономное (автоматическое) распознавание	6	2	4	
Раздел 5. Исследования, испытания, контроль и аттестация тепловизионных систем	**10**	**2**	**8**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5
Тема 5.1. Общие сведения о проведении исследований, испытаний, контроля и аттестации	5	1	4	
Тема 5.2. Моделирование ИК-сигнатур	5	1	4	
Раздел 6. Применение, современные тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем	**15,5**	**3,5**	**12**	УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ПК-4.1 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5
Тема 6.1. Двух- и многодиапазонные систем	5	1	4	
Тема 6.2. Использование тепловидения в различных отраслях науки и техники	4,5	0,5	4	
Тема 6.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем	6	2	4	
Итого	**72**	**17**	**55**	

5.2. Содержание разделов, тем дисциплин и формы текущего контроля

Раздел 1. Параметры и характеристики тепловизионных систем. Основные особенности

Тема 1.1. Введение

Определения; обзор направления; области применения; исторический очерк; поколения; достоинства и недостатки; ИК-излучение; прохождение излучения сквозь атмосферу. Критерии качества и показатели эффективности тепловизионных систем

Тема 1.2. Сканирующие и «смотрящие» тепловизионные системы

Сканирующие тепловизоры. Макро- и микросканирование. «Смотрящие» ИК-системы (FLIR – Forward-looking infrared)

Раздел 2. Электронный тракт тепловизионной системы. Приёмники излучения и видеоконтрольные устройства

Тема 2.1. Параметры и характеристики приёмников излучен

Разновидности и сравнение типов ИК детекторов. Выбор матричного приёмника излучения тепловизионной системы. Расчёт эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур

Тема 2.2. Программноаппаратный блок

Требования и задачи электронного тракта тепловизионной системы. Мультиплексор, схема считывания, технологии исполнения (изготовления) фотоприёмных устройств. Интерфейсы тепловизионных модулей.

Тема 2.3. Параметры и основные типы систем отображения информации

Классификация и основные отличия видеоконтрольных устройств. Матричные экраны, микродисплеи. Миниатюрные системы отображения информации носимых тепловизоров.

Раздел 3. Представление и цифровая обработка ИК-изображений

Тема 3.1. Цифровое представление термограмм

Дискретизация изображения. Глубина цвета, кодирование и сжатие изображений. Определение динамического
диапазона наблюдения

Тема 3.2. Обработка изображений

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

Раздел 4. Оптические системы тепловизоров

Тема 4.1. Особенности синтеза оптических систем тепловизионных приборов

Оптические материалы прозрачные в ИК области, зеркальные покрытия, адгезивы. Просветление ИК оптики, светофильтрация. Охлаждаемая область ИК детектора, эффект Нарцисса, ахроматизация, атермализация (термокомпенсация). Специальные оптические элементы. Расчёт оптической системы тепловизора

Тема 4.2. Распознавание человеком оператором и автономное (автоматическое) распознавание

Расчёт основных параметров тепловизионной системы для решения задач обнаружения, распознавания и идентификации. Работа с нейросетевым алгоритмом автономного распознавания

Раздел 5. Исследования, испытания, контроль и аттестация тепловизионных систем

Тема 5.1. Общие сведения о проведении исследований, испытаний, контроля и аттестации

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

Тема 5.2. Моделирование ИК-сигнатур

Компьютерное моделировании тепловизионных систем. Программное обеспечение. Примеры моделирования ИК изображений целевых объектов в различных состояниях.

Раздел 6. Применение, современные тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем

Тема 6.1. Двух- и многодиапазонные систем

Многоканальные / многоспектральные системы. Двух- и многоспектральные детекторы. Комплексирование разноспектральных изображений

Тема 6.2. 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 6.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем

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, 3 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 (соответственно – дифференцированному зачету или зачету):

- примерный перечень вопросов к зачёту 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 зачёту 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 зачёту 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

7. Оценочные материалы текущего контроля

8. Оценочные материалы промежуточной аттестации

3 семестр, Зачет

Контролируемые ИДК: УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4 УК-1.5 ОПК-1.1 ПК-4.1 ОПК-1.2 ПК-4.2 ПК-4.3 ПК-4.4 ПК-4.5

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 (теплового) 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 геометрооптических 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. Ишанин Г. Г. Приемники оптического излучения / Г. Г. Ишанин, В. П. Челибанов. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 304 с. - 978-5-8114-1048-4. - Текст: электронный // Издательство Лань: [сайт]. - URL: https://e.lanbook.com/book/211730 - 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%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0 - Wikipedia
2. https://www.iprbookshop.ru/ - IPR SMART
3. https://www.photonics.su/ - Фотоника
4. http://modtran.spectral.com/modtran_home - Modtran
5. https://pribor.ifmo.ru/ - Приборостроение

6. https://opticjourn.ru/ru - Оптический журнал
7. 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)

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.