



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  
16 февраля 2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«Б1.В.ДВ.02.02 ОСНОВЫ ТЕПЛОВИДЕНИЯ»**

Уровень высшего образования: бакалавриат

Направление подготовки: 12.03.02 Оптотехника

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

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2024

Срок получения образования: 4 года

Объем:  
в зачетных единицах: 2 з.е.  
в академических часах: 72 ак.ч.

Москва, 2024

**Разработчики:**

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.02 Опотехника, утвержденного приказом Минобрнауки от 19.02.0017 № 948

**Согласование и утверждение**

| № | Подразделение                                   | Ответственное<br>лицо                        | ФИО           | Виза        | Дата, протокол<br>(при наличии) |
|---|-------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------|
| 1 | факультет<br>Оптического<br>приборостроен<br>ия | Председатель<br>ученого совета<br>факультета | Торшина И. П. | Рассмотрено | 15.02.2024, №<br>2/23-24        |

## 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, 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 методике составления технического задания на проектирование и конструирование оптических и оптико-электронных приборов и комплексов и их составных частей;
- формирование у студентов знаний о методах проведения патентных исследований;
- формирование у студентов навыков разрабатывать функциональные и структурные схемы оплотехники;
- формирование у студентов умений осуществлять поиск и анализ научно-технической информации.

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

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства оплотехники, оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

ОПК-1.1 Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании

*Знать:*

ОПК-1.1/Зн1 Сущность проблем, возникавших в естествознании на различных этапах развития духовной культуры

*Уметь:*

ОПК-1.1/Ум1 Пользоваться знаниями в области естественных наук для объяснения концепций современного естествознания.

*Владеть:*

ОПК-1.1/Нв1 Современным научным языком, научной терминологией.

ОПК-1.2 Применяет знания естественных наук в инженерной практике

*Знать:*

ОПК-1.2/Зн1 Сущность проблем, возникавших в естествознании на различных этапах развития духовной культур

*Уметь:*

ОПК-1.2/Ум1 Пользоваться знаниями в области естественных наук для объяснения концепций современного естествознания

*Владеть:*

ОПК-1.2/Нв1 Современным научным языком, научной терминологией

ОПК-1.3 Применяет общетехнические знания, в инженерной деятельности

*Знать:*

ОПК-1.3/Зн1 Сущность проблем, возникавших в естествознании на различных этапах развития духовной культуры

*Уметь:*

ОПК-1.3/Ум1 Пользоваться знаниями в области естественных наук для объяснения концепций современного естествознания.

*Владеть:*

ОПК-1.3/Нв1 Современным научным языком, научной терминологией

ПК-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники и лазерной техники на схемотехническом и элементном уровнях, в том числе с использованием систем автоматизированного проектирования.

ПК-3.1 Разрабатывает функциональные и структурные схемы оптоэлектроники, 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 физические принципы действия и основные положения оптоэлектронных устройств

ПК-3.1/Зн2 схемные решения, применяемые для оптоэлектронных измерительных систем и основные требования к этим системам с учетом свойств и параметров используемых в них элементов оптоэлектронных устройств

*Уметь:*

ПК-3.1/Ум1 использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных

*Владеть:*

ПК-3.1/Нв1 практическими навыками экспериментальной работы с оптическими приборами и установками

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 физические принципы действия и основные положения оптоэлектронных устройств

ПК-3.2/Зн2 схемные решения, применяемые для оптоэлектронных измерительных систем и основные требования к этим системам с учетом свойств и параметров используемых в них элементов оптоэлектронных устройств

*Уметь:*

ПК-3.2/Ум1 снимать показания и пользоваться оптическими приборами

*Владеть:*

ПК-3.2/Нв1 навыками визуализации и моделирования действий оптических элементов и систем

ПК-3.3 Разрабатывает проектно- конструкторскую и техническую документацию на всех этапах жизненного цикла оптических, оптико-электронных приборов, механических блоков, узлов и деталей в соответствии с требованиями технического задания, стандартов качества, надежности, безопасности и технологичности с использованием систем автоматизированного проектирования

*Знать:*

ПК-3.3/Зн1 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптикоэлектронных приборов и комплексов. Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов. Компьютерные технологии и программные средства. Государственные и отраслевые стандарты, стандарты организации. Единая система конструкторской документации

*Уметь:*

ПК-3.3/Ум1 Разрабатывать конструкторскую документацию. Защищать предлагаемые технические решения

*Владеть:*

ПК-3.3/Нв1 Методикой энергетического расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов оплотехники с учетом требований к параметрам и характеристикам приемников излучения

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.02.02 «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) | Лекционные занятия (часы) | Практические занятия (часы) | Самостоятельная работа (часы) | Промежуточная аттестация (часы) |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 7 семестр       | 72                        | 2                        | 18                        | 36                          | 18                            | Зачет                           |
| Всего           | 72                        | 2                        | 18                        | 36                          | 18                            |                                 |

### 5. Содержание дисциплины (модуля)

#### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

| Наименование раздела, темы | Всего | Лекционные занятия | Практические занятия | Самостоятельная работа | Планируемые результаты обучения, соотношенные с результатами освоения программы |
|----------------------------|-------|--------------------|----------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                            |       |                    |                      |                        |                                                                                 |

|                                                                                                  |           |            |          |            |                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|----------|------------|-------------------------------|
| <b>Раздел 1. Инфракрасное (ИК) излучение. Понятие тепловидения</b>                               | <b>8</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b> | <b>2</b>   | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3 |
| Тема 1.1. Введение                                                                               | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        | ПК-3.1                        |
| Тема 1.2. Деление ИК-излучения на поддиапазоны, «окна» прозрачности, прохождение через атмосферу | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        | ПК-3.2<br>ПК-3.3              |
| Тема 1.3. Энергетические и фотометрические величины. Законы теплового излучения                  | 4         | 1          | 2        | 1          |                               |
| <b>Раздел 2. Особенности тепловизионных систем</b>                                               | <b>8</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b> | <b>2</b>   | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3 |
| Тема 2.1. Критерии качества и показатели эффективности                                           | 4         | 1          | 2        | 1          | ПК-3.1                        |
| Тема 2.2. Сканирование                                                                           | 4         | 1          | 2        | 1          | ПК-3.2<br>ПК-3.3              |
| <b>Раздел 3. Приёмники излучения ИК диапазона спектра</b>                                        | <b>10</b> | <b>2,5</b> | <b>5</b> | <b>2,5</b> | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3 |
| Тема 3.1. Параметры и характеристики приёмников излучения                                        | 4         | 1          | 2        | 1          | ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3    |
| Тема 3.2. Фотонные приёмники излучения и их охлаждение (криостаты, криокулеры)                   | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        |                               |
| Тема 3.3. Тепловые приёмники излучения и калибровка                                              | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        |                               |
| Тема 3.4. Обзор современного рынка ИК матричных фотоприёмных устройств                           | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        |                               |
| <b>Раздел 4. Электронный тракт тепловизионных систем</b>                                         | <b>8</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b> | <b>2</b>   | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3 |
| Тема 4.1. Требования, задачи и примеры выполняемых функций электронного тракта                   | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        | ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3    |
| Тема 4.2. Элементы электронного тракта                                                           | 4         | 1          | 2        | 1          |                               |
| Тема 4.3. Основные источники шума                                                                | 2         | 0,5        | 1        | 0,5        |                               |
| <b>Раздел 5. Видеоконтрольные устройства</b>                                                     | <b>8</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b> | <b>2</b>   | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3 |
| Тема 5.1. Параметры и основные типы систем отображения информации                                | 4         | 1          | 2        | 1          | ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3    |
| Тема 5.2. Матричные экраны, микродисплеи                                                         | 4         | 1          | 2        | 1          |                               |
| <b>Раздел 6. Представление и обработка ИК-изображений</b>                                        | <b>6</b>  | <b>1,5</b> | <b>3</b> | <b>1,5</b> | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3 |
| Тема 6.1. Цифровое представление термограмм                                                      | 4         | 1          | 2        | 1          | ПК-3.1                        |

|                                                                                                                   |           |            |           |            |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-------------------------------------------------------------|
| Тема 6.2. Обработка изображений                                                                                   | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        | ПК-3.2<br>ПК-3.3                                            |
| <b>Раздел 7. Оптические материалы и технологии, применяемые в тепловизорах. Особенности расчёта ИК объективов</b> | <b>8</b>  | <b>2</b>   | <b>4</b>  | <b>2</b>   | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3 |
| Тема 7.1. Оптические материалы для работы в ИК области                                                            | 4         | 1          | 2         | 1          |                                                             |
| Тема 7.2. Синтез оптических систем тепловизионных приборов                                                        | 4         | 1          | 2         | 1          |                                                             |
| <b>Раздел 8. Критерии различения. Методы распознавания</b>                                                        | <b>4</b>  | <b>1</b>   | <b>2</b>  | <b>1</b>   | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3 |
| Тема 8.1. Передаточные функции звеньев тепловизионной систем                                                      | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        |                                                             |
| Тема 8.2. Распознавание человекооператором и автономное (автоматическое) распознавание                            | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        |                                                             |
| <b>Раздел 9. Исследования и испытания тепловизоров</b>                                                            | <b>2</b>  | <b>0,5</b> | <b>1</b>  | <b>0,5</b> | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3 |
| Тема 9.1. Общие сведения о проведении исследований, испытаний, контроля и аттестации                              | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3 |
| <b>Раздел 10. Компьютерные модели тепловизионных систем</b>                                                       | <b>4</b>  | <b>1</b>   | <b>2</b>  | <b>1</b>   |                                                             |
| Тема 10.1. Моделирование ИК-сигнатур                                                                              | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        |                                                             |
| Тема 10.2. Программное обеспечение для имитационного моделирования                                                | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2<br>ОПК-1.3<br>ПК-3.1<br>ПК-3.2<br>ПК-3.3 |
| <b>Раздел 11. Применение, современные тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем</b>            | <b>6</b>  | <b>1,5</b> | <b>3</b>  | <b>1,5</b> |                                                             |
| Тема 11.1. Двух- и многодиапазонные системы                                                                       | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        |                                                             |
| Тема 11.2. Использование тепловидения в различных отраслях науки и техники                                        | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        |                                                             |
| Тема 11.3. Тенденции развития и совершенствования тепловизионных систем                                           | 2         | 0,5        | 1         | 0,5        |                                                             |
| <b>Итого</b>                                                                                                      | <b>72</b> | <b>18</b>  | <b>36</b> | <b>18</b>  |                                                             |

## 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. 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) 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

### *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 систем***

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. 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. 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 разноспектральных 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 исследования.

## **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 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 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. При этом, за каждым заданием в скобках указываются(ются) 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**

## **8. Оценочные материалы промежуточной аттестации**

*7 семестр, Зачет*

*Контролируемые ИДК: ПК-3.1 ОПК-1.1 ПК-3.2 ОПК-1.2 ПК-3.3 ОПК-1.3*

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 (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. Белоусов Ю. И. Инфракрасная фотоника: учебное пособие для вузов: 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/img/cover/book/309734.jpg> (дата обращения: 16.03.2025). - 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. [http://modtran.spectral.com/modtran\\_home](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](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](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://opticjourn.ru/ru> - Оптический журнал
7. <https://www.computeroptics.ru/> - Компьютерная оптика

### **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.

##### ***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.