



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.В.ДВ.04.02 ОСНОВЫ ТЕПЛОВИДЕНИЯ»**

Уровень высшего образования: специалитет

Специальность: 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы
специального назначения

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

Квалификация (степень) выпускника: инженер

Форма обучения: очная

Год набора (приема на обучение): 2026

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

Объем:
в зачетных единицах: 5 з.е.
в академических часах: 180 ак.ч.

Москва, 2026

Разработчики:

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

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 12.05.01 Электронные и оптико-электронные приборы и системы специального назначения, утвержденного приказом Минобрнауки от 09.08.2018 № 93

Согласование и утверждение

№	Подразделение	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	факультет Оптического приборостроения	Председатель ученого совета факультета	Торшина И. П.	Рассмотрено	10.02.2026, № 5/25-26

Содержание

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

1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - формирование студентами теоретических и практических знаний, 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-3 Способность к анализу, расчету, проектированию и конструированию в соответствии с техническим заданием типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники 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 Основы проектирования, конструирования и производства оптических и оптико-электронных приборов и комплексов Принципы построения и состав оптических и оптико-электронных приборов и комплексов

Уметь:

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

Владеть:

ПК-3.1/Вл1 Методикой энергетического расчета типовых систем, приборов, деталей и узлов оптоэлектроники с учетом требований к параметрам и характеристикам приемников излучения

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, 8.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к решению типов задач профессиональной деятельности, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
7 семестр						
8 семестр	180	5	32	32	116	Зачет с оценкой
Всего	180	5	32	32	116	

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
Раздел 1. ИК излучение. Понятие тепловидения	32	8	8	16	ПК-3.1
Тема 1.1. Введение	4	2	2		
Тема 1.2. Деление ИКизлучения на поддиапазоны, «окна» прозрачности, прохождение через атмосферу	8	2	2	4	
Тема 1.3. Энергетические и фотометрические величины. Законы теплового излучения	20	4	4	12	
Раздел 2. Особенности тепловизионных систем	44	8	8	28	ПК-3.1
Тема 2.1. Критерии качества и показатели эффективности	20	4	4	12	
Тема 2.2. Сканирование	24	4	4	16	

Раздел 7. Оптические материалы и технологии, применяемые в тепловизорах. Особенности расчёта ИК объективов	44	8	8	28	ПК-3.1
Тема 7.1. Оптические материалы для работы в ИК области	22	4	4	14	
Тема 7.2. Синтез оптических систем тепловизионных приборов	22	4	4	14	
Раздел 8. Критерии различения. Методы распознавания	60	8	8	44	ПК-3.1
Тема 8.1. Передаточные функции звеньев тепловизионной системы	30	4	4	22	
Тема 8.2. Распознавание человекооператором и автономное (автоматическое) распознавание	30	4	4	22	
Итого	180	32	32	116	

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 ИКизлучения на поддиапазоны, «окна» прозрачности, прохождение через атмосферу

Ближне-, средне- и дальневолновой поддиапазоны ИКизлучения. 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 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

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 с оценкой, 8 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:

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

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

Вопросы/Задания:

3. Основные законы теплового излучения.
4. Основные энергетические величины и связи между ними.
9. Температурно-пространственные и температурно-частотные характеристики.
13. Оптические материалы, применяемые в тепловизионных системах.
20. Ослабление инфракрасного излучения в земной атмосфере и его учет.
27. Критерии различения цели.
30. Схема (теплового) контроля эквивалентной шуму разности температур и минимально разрешаемой разности температур.
34. Модели земной атмосферы и их назначение.
44. Определение энергетических параметров и характеристик тепловизионных систем.
48. Факторы, влияющие на выбор рабочего спектрального диапазона тепловизора.

9. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

1. 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 - 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.