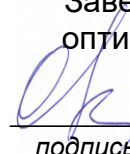


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
оптики и спектроскопии



подпись

Овчинников О.В.

21.06.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ФТД.02 Боллометрические матрицы

Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом

1. Шифр и наименование направления подготовки / специальности:

12.04.03 – Фотоника и оптоинформатика

2. Профиль подготовки / специализация: Перспективные материалы и устройства фотоники

3. Квалификация (степень) выпускника: высшее образование (магистр)

4. Форма обучения: \_\_\_\_\_ очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра оптики и спектроскопии

6. Составители программы: \_\_\_\_\_ Смирнов Михаил Сергеевич

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

доктор физико-математических наук, доцент

7. Рекомендована: НМС физического ф-та ВГУ протокол № 6 от 20.06.2023

(наименование рекомендующей структуры, дата, номер протокола)

8. Учебный год: 2024/2025

Семестр(ы): 3

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целями освоения учебной дисциплины являются: приобретение студентами, обучающимися по программе "Перспективные материалы и устройства фотоники" знаний об устройстве болометрических матриц.

Задачи учебной дисциплины:

- рассмотреть физические основы и принципы построения болометрических матриц и их использования в устройствах фотоники;
- изучить принципы работы тепловизоров.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: часть, формируемая участниками образовательных отношений, блок ФТД (Факультативы).

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные спланируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-3	Способен выбирать научно-исследовательское и технологическое оборудование с учетом особенностей нанотехнологических процессов создания материалов и устройств нанофотоники	ПК – 3.1	Проводит научные исследования в области нанофотоники, используя специализированное исследовательское оборудование, приборы и установки	<b>Знать:</b> фундаментальные основы лазерной физики, электротехники, физики газового разряда, импульсной техники, физики твердого тела, оптики и квантовой электроники <b>Уметь:</b> производить подбор оптического оборудования для достижения профессиональных целей; <b>Владеть:</b> навыками работы на аппаратуре оптических измерений, выполнения измерений, обработки данных измерительных наблюдений, получения результатов измерений и оценки погрешностей.

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/часах — 2/72 ч.

Форма промежуточной аттестации *зачет*.

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
Аудиторные занятия	30	30
в том числе:	лекции	30
	практические	-
	лабораторные	-
Самостоятельная работа	42	42
в том числе: курсовая работа (проект)	-	-
Форма промежуточной аттестации		<i>зачет</i>
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

### 13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью
-------	---------------------------------	-------------------------------	---

			онлайн-курса, ЭУМК *
1. Лекции			
1	Тепловые приемники излучения. Боллометры.	<i>Принцип действия теплового приемника излучения. Боллометры. Материалы для изготовления боллометров. Монокристаллические полупроводниковые боллометры. Боллометры из аморфных материалов. Сверхпроводящие боллометры. Оптико-акустические приемники излучения. Пирозлектрические приемники</i>	
2	Боллометрические матрицы	<i>Принцип матричного боллометрического детектора. Полупроводниковые микроболлометры. Особенности конструкции. Матричные приемники. Реализации.</i>	
3	Тепловизоры.	<i>Тепловизоры и их назначение. Принципы получения термографического изображения. Тепловизоры с оптико-механическим сканированием. Тепловизоры с электрическим сканированием. Тепловизоры с матричными приемниками излучения. Сфера применения тепловизоров</i>	

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	<i>Тепловые приемники излучения. Боллометры.</i>	10	-	-	16	26
2	Боллометрические матрицы	10	-	-	10	20
3	<i>Тепловизоры.</i>	10	-	-	16	26
	Итого:	30	-	-	42	72

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными этапами освоения дисциплины являются:

- Изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств научной информации.

В ходе подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации студенту рекомендуется активно использовать электронный образовательный портал Moodle – электронная среда дисциплины, с предоставлением презентаций лекций, дополнительного теоретического материала и нормативно-правовых документов по темам и перечней вопросов для подготовки к текущим аттестациям и промежуточной аттестации. Также студенту рекомендуется использовать весь набор методов и средств современных информационных технологий для изучения отечественной и зарубежной литературы по дисциплине, оценки и анализа ее текущего состояния и перспектив развития. Ему предоставляется возможность работать в компьютерных классах факультета (313а аудитория), иметь доступ к Интернет-ресурсам и электронной почте, использовать имеющиеся на кафедре оптики и спектроскопии физического факультета информационные технологии, использовать ресурсы Зональной научной библиотеки ВГУ, в том числе электронно-библиотечные системы.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видовисточников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Исмаилов, Т. А. Полупроводниковые термоэлектрические энергоэффективные устройства : монография / Т. А. Исмаилов, Х. М. Гаджиев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 124 с. — ISBN 978-5-8114-8775-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180820">https://e.lanbook.com/book/180820</a> (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
2	Иванова, Л. А. Приемники и аккумуляторы теплового излучения Солнца : учебное пособие / Л. А. Иванова. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 68 с. — ISBN 5-7038-2937-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/52098">https://e.lanbook.com/book/52098</a> (дата обращения: 18.11.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Игнатов, А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Н. Игнатов. - Москва : Лань, 2011. - 538 с. : ил. ; 22. - ISBN 978-5-8114-1136-8 : 799.92 р.ЭБС «Лань». Перейти к внешнему ресурсу: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=684/">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&amp;pl1_id=684/</a>
4	Мандель, А. Е. Методы и средства измерения в волоконно-оптических телекоммуникационных системах [Электронный ресурс] : учебное пособие / Мандель А. Е. - Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. - 120 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
5.	ЭБС «Университетская библиотека Online» – <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>
6.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС «Консультант студента») – <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
7.	ЭБС Лань – <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
8.	ЭБС «ПЛАТФОРМА ЮРАЙТ» – <a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
9.	Зональная научная библиотека ВГУ – <a href="http://www.lib.vsu.ru">http://www.lib.vsu.ru</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных), курсовых работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Скворцов, Л. А. Основы фототермической радиометрии и лазерной термографии : практическое пособие / Л. А. Скворцов. – Москва : Техносфера, 2017. – 220 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496591">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=496591</a> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-94836-493-3. – Текст : электронный.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекционные занятия. Преобладающими методами и приемам обучения являются: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ – демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-

исследовательских организаций, электронных библиотек и и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Организационная структура лекционного занятия: 1. Формулировка темы, целей занятия, постановка проблемного вопроса. 2. Разъяснение вопросов теоретического и практического плана для решения поставленной проблемы. 3. Рассмотрение путей решения проблемного вопроса на конкретных примерах. 4. Заключение, формулировка выводов. 5. Формулировка задания для самостоятельной домашней работы. Озвучивание темы следующего занятия.

При реализации дисциплины с использованием дистанционных образовательных технологий используются инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), сервисы видеоконференций (BigBlueButton, Zoom, Discord и др.), электронная почта, мессенджеры и соцсети.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционная аудитория: проектор BenQ MS 612ST, Ноутбук Asus, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитория для самостоятельной работы: 15 комп. III поколения, объединенных в сеть с выходом в Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ВГУ.

Перечень необходимого программного обеспечения: WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acadmc.

Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ». Office Standard 2019 Single OLV NL Each AcademicEdition Additional Product.

Программный комплекс для ЭВМ - MathWorks Total Academic Headcount–25.

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ"(<https://edu.vsu.ru>).

## 19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Тепловые приемники излучения. Болометры.	ПК-3	ПК-3.1	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
2	Болометрические матрицы	ПК-3	ПК-3.1	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
3	Тепловизоры.	ПК-3	ПК-3.1	Типовые задания к лекционным занятиям, индивидуальные задания, опрос
Промежуточная аттестация форма контроля - зачет				Комплект КИМ

## 20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания и критерии их оценивания

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: устного опроса (индивидуальный опрос). Критерии оценивания приведены ниже. Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по

программам высшего образования. Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. При оценивании используются качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены в п. 20.2.

Для оценивания результатов обучения на зачете учитываются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала, владение понятийным аппаратом и теоретическими основами;
- 2) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными современных научных исследований;
- 3) умение применять основные законы и анализировать результаты наблюдений и экспериментов

## 20.1 Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью проверки посещаемости лекционных занятий и проверки преподавателем конспектов по пройденному материалу.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Зачет

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Посещение лекционных занятий. Полный ответ на вопрос контрольно-измерительного материала во время зачета. Ответы на дополнительные вопросы.	Повышенный базовый и пороговый уровни	зачтено
Систематические пропуски лекционных занятий без уважительной причины. Неумение давать ответы на вопросы	-	не зачтено

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующего перечня вопросов:

1. Принцип действия теплового приемника излучения.
2. Болометры. Материалы для изготовления болометров.
3. Монокристаллические полупроводниковые болометры.
4. Болометры из аморфных материалов.
5. Сверхпроводящие болометры.
6. Оптико-акустические приемники излучения.
7. Пирозлектрические приемники
8. Особенности конструкции полупроводниковых микроболометров.
9. Матричные приемники на их основе.
10. Тепловизоры и их назначение.

11. Принципы получения термографического изображения.
12. Тепловизоры с оптико-механическим сканированием.
13. Тепловизоры с электрическим сканированием.
14. Тепловизоры с матричными приемниками излучения.
15. Сфера применения тепловизоров.