

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра нанотехнологий и микросистемной техники

**Авторы-составители: Волынцев Анатолий Борисович
Семенова Оксана Рифовна**

Рабочая программа дисциплины

МАТРИЧНАЯ ОПТИКА

Код УМК 91847

Утверждено
Протокол №9
от «13» мая 2020 г.

Пермь, 2020

1. Наименование дисциплины

Матричная оптика

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в вариативную часть Блока « М.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление: **28.04.01** Нанотехнологии и микросистемная техника
направленность Материалы микро- и наносистемной техники

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Матричная оптика** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность : Материалы микро- и наносистемной техники)

ПК.1 готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

Индикаторы

ПК.1.2 Использует основные теоретические и экспериментальные подходы при решении поставленных задач в области нанотехнологии и микросистемной техники

4. Объем и содержание дисциплины

Направления подготовки	28.04.01 Нанотехнологии и микросистемная техника (направленность: Материалы микро- и наносистемной техники)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	4
Объем дисциплины (з.е.)	4
Объем дисциплины (ак.час.)	144
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	48
Проведение лекционных занятий	24
Проведение практических занятий, семинаров	24
Самостоятельная работа (ак.час.)	96
Формы текущего контроля	Письменное контрольное мероприятие (3)
Формы промежуточной аттестации	Экзамен (4 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Матричная оптика

1. Моделирование оптических явлений.

Понятие модели в физике. Моделирование. Этапы моделирования. Ошибки вычислительного эксперимента.

2. Матричные методы в параксиальной оптике.

Матрицы преобразования лучей. Матрица перемещения, матрица отражения и матрица преломления. Матрица преобразования лучей для оптической системы. Матричное описание свойств оптической системы. Экспериментальное определение элементов матриц оптической системы. Нахождение кардинальных точек системы. Использование матричного формализма для расчета характеристик линзовых систем.

3. Использование матриц для описания состояний поляризации световых волн.

Поляризация. Поляризация монохроматических световых волн. Представление комплексного параметра. Вектор Джонса (вектор Максвелла). Оптическая матрица Джонса. Изучение оптических характеристик фильтров Шольца.

4. Формализм матриц Джонса для расчета двулучепреломляющих систем.

Формализм матриц Джонса. Матрицы Джонса основных оптических элементов. Интенсивность излучения, прошедшего через оптическую систему. Поляризационные интерференционные фильтры. Распространение света в анизотропной среде с кручением. Экспериментальное определение элементов вектора и матрицы Джонса. Метод расчета оптических характеристик ЖК устройств отображения информации.

5. Метод матриц Мюллера и векторов Стокса для расчета оптических систем.

Вектор Стокса. Матрица Мюллера. Матрицы Мюллера основных оптических элементов. Экспериментальное определение элементов матрицы Мюллера и векторов Стокса. Связь матричных формализмов Джонса и Мюллера. Примеры использования матриц Джонса и Мюллера. Использование матричного формализма Мюллера для расчета характеристик оптических систем.

6. Методы расчета слоистых структур при известных оптических параметрах материалов.

Обзор методов. Матричный метод Берремана. Расчет оптически толстых слоев. Изотропные пленки. Комбинированный метод. Использование формализма матриц Берремана для расчета характеристик оптических систем.

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Заказнов Н. П., Кирюшин С. И., Кузичев В. И. Теория оптических систем: учебное пособие для вузов / Н. П. Заказнов, С. И. Кирюшин, В. И. Кузичев. - СПб.: Лань, 2008, ISBN 978-5-8114-0822-1. - 448.
2. Самарин, А. В. Жидкокристаллические дисплеи. Схемотехника, конструкция и применение / А. В. Самарин. — Москва : СОЛОН-Р, 2016. — 288 с. — ISBN 5-93455-178-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/90426.html>

Дополнительная:

1. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения. [учебное пособие] : в 2 т. Т. 2 / Б. Салех, М. К. Тейх ; пер. В. Л. Дербов. - Долгопрудный: Интеллект, 2012, ISBN 978-5-91559-135-5. - 780. - Библиогр. в конце глав
2. Салех Б. Оптика и фотоника. Принципы и применения. [учебное пособие] : в 2 т. Т. 1 / Б. Салех, М. К. Тейх ; пер. В. Л. Дербов. - Долгопрудный: Интеллект, 2012, ISBN 978-5-91559-038-9. - 759. - Библиогр. в конце глав
3. Ярив А. Оптические волны в кристаллах / А. Ярив ; ред. И. Н. Сисакян ; пер.: С. Г. Кривошлыков, Н. И. Петрова. - Москва: Мир, 1987. - 616.

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<http://www.iprbookshop.ru/67425.html> Оптика наноструктур

<http://www.iprbookshop.ru/45082.html> Волоконная оптика и волоконные лазерные системы

<http://www.iprbookshop.ru/67291.html> Методы проектирования оптических систем

: <http://www.iprbookshop.ru/66519.html> Компьютерное моделирование при изучении дисциплин, связанных с расчетом оптических систем

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Матричная оптика** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем:

- презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий);
- доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС) ;
- доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень необходимого лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения:

1. Операционная система "ALT Linux".
2. Приложение позволяющее просматривать и воспроизводить медиаконтент PDF-файлов «Adobe Acrobat Reader DC».
3. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель) «WindowsMediaPlayer».
4. Программа просмотра интернет контента (браузер) «Google Chrome» или аналогичных.
5. Офисный пакет приложений «LibreOffice».
6. Математический пакет FreeCAD
7. Программный пакет MATLAB

При освоении материала и выполнении заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (**student.psu.ru**).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Практические занятия проходят в аудитории, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой или маркерной доской.

Текущий контроль осуществляется в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

Групповые (индивидуальные) консультации проводятся в аудитории, оснащенной меловой (и) или маркерной доской.

К помещениям для самостоятельной работы студентов относятся:

- Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Помещения Научной библиотеки ПГНИУ.

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Матричная оптика**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.1

готовность формулировать цели и задачи научных исследований в области нанотехнологии и микросистемной техники, обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.1.2 Использует основные теоретические и экспериментальные подходы при решении поставленных задач в области нанотехнологии и микросистемной техники</p>	<ul style="list-style-type: none"> •Знать: основные матричные методы расчета современных оптических систем основные программные средства для моделирования оптических систем; средства изучения библиографии и средства ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, монографии, сайты и т.д.) •Уметь: самостоятельно выбрать и аргументировано обосновать применения того или иного матричного метода для реализации решения конкретной физической или технической задачи; использовать основные программные средства для моделирования оптических систем; использовать научную аргументацию собственных прогнозов и предпочтений в путях реализации технических решений; использовать библиографию и ориентироваться в профессиональных источниках информации (журналы, монографии, сайты и т.д.). • Владеть: навыками использования основных матричных методов для моделирования оптических 	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Студент не знает основные методы матричной оптики, применяемые для расчета различных оптических систем, не знаком с алгоритмами расчета; самостоятельно не способен выбрать подходящий метод для решения той или иной задачи; самостоятельно не способен разобраться в программном обеспечении, которые используют для моделирования оптических систем; не способен оценить полученный результат и дать ему аргументированное научное обоснование; не владеет навыками ориентации в информационной среде для поиска решений поставленных задач.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Студент знает основные методы матричной оптики, применяемые для расчета различных оптических систем, знаком с алгоритмами расчета; подходящий метод для решения той или иной задачи способен выбрать только с помощью преподавателя; плохо ориентируется в программном обеспечении, которые используют для моделирования оптических систем; не способен оценить полученный результат и дать ему аргументированное научное обоснование.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Студент знает основные методы матричной оптики, применяемые для расчета различных оптических систем, знаком с алгоритмами расчета; подходящий метод для решения той или иной задачи способен выбрать с подсказкой преподавателя; самостоятельно способен разобраться в программном</p>

Индикатор	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
	<p>систем; навыками научной аргументации собственных прогнозов и предпочтений в путях реализации технических решений; навыками изучения библиографии, навыками ориентации в профессиональных источниках информации (журналы, монографии, сайты и т.д.).</p>	<p>Хорошо обеспечении, которые используют для моделирования оптических систем; дать оценку полученному результату и дать ему аргументированное научное обоснование может только с помощью преподавателя; владеет навыками ориентации в информационной среде для поиска решений поставленных задач.</p> <p>Отлично Студент знает основные методы матричной оптики, применяемые для расчета различных оптических систем, знаком с алгоритмами расчета; самостоятельно способен выбрать подходящий метод для решения той или иной задачи; самостоятельно способен разобраться в программном обеспечении, которые используют для моделирования оптических систем; способен оценить полученный результат и дать ему аргументированное научное обоснование; владеет навыками ориентации в информационной среде для поиска решений поставленных задач.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Экзамен

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
ПК.1.2 Использует основные теоретические и экспериментальные подходы при решении поставленных задач в области нанотехнологии и микросистемной техники	3. Использование матриц для описания состояний поляризации световых волн. Письменное контрольное мероприятие	Матричное описание свойств оптической системы. Поляризация монохроматических световых волн. Вектор Джонса и оптическая матрица Джонса.
ПК.1.2 Использует основные теоретические и экспериментальные подходы при решении поставленных задач в области нанотехнологии и микросистемной техники	5. Метод матриц Мюллера и векторов Стокса для расчета оптических систем. Письменное контрольное мероприятие	Использование матричного формализма Мюллера для расчета характеристик оптических систем: Матрицы Мюллера основных оптических элементов.
ПК.1.2 Использует основные теоретические и экспериментальные подходы при решении поставленных задач в области нанотехнологии и микросистемной техники	6. Методы расчета слоистых структур при известных оптических параметрах материалов. Письменное контрольное мероприятие	Матричный метод Берремана. Расчет оптически толстых слоев. Расчет оптического пропускания изотропных пленок.

Спецификация мероприятий текущего контроля

3. Использование матриц для описания состояний поляризации световых волн.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Матричное описание свойств оптической системы.	23
Вектор Джонса и оптическая матрица Джонса.	10
Поляризация монохроматических световых волн.	7

5. Метод матриц Мюллера и векторов Стокса для расчета оптических систем.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Связь матричных формализмов Джонса и Мюллера.	17
Матрицы Мюллера основных оптических элементов.	13

6. Методы расчета слоистых структур при известных оптических параметрах материалов.

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Матричный метод Берремана.	13
Расчет оптически толстых слоев.	10
Расчет оптического пропускания изотропных пленок.	7