



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

30.01.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОПТИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ И МЕТОДЫ ИХ РАСЧЕТА***

Научная специальность  
1.3.8. Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГТ (приказ Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
16.01.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ В.В.Мавринский

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук \_\_\_\_\_ А.П. Давыдов

Рецензент:

доцент кафедры ПМий, канд. физ.-мат. наук \_\_\_\_\_ О.А.Торшина

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) дисциплины «Оптические постоянные и методы их расчета» являются: изучение теоретических основ, методики и приборной базы современных физических методов исследования и расчета оптических постоянных конденсированных сред, в том числе – современных наноструктурных и композитных материалов.

### **2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Оптические постоянные и методы их расчета» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

КНС-2	Способен владеть экспериментальными методами исследования и методами математического моделирования с использованием прикладных математических пакетов и программ
КНС-4	Способен применять на практике навыки составления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов, написания статей по направлению физика конденсированного состояния и смежным направлениям

### 3. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 51 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 0 акад. часов;
- самостоятельная работа – 21 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа студента	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
		Лек.	практ. зан.		
1. Взаимодействие света с веществом. Оптические постоянные					
1.1 Взаимодействие света с веществом в УФ-, ИК-, видимой	4	2	6	2	Проверка домашнего задания, устный опрос
1.2 Методы экспериментальных исследований поглощения, отражения, рассеяния света в конденсированных средах		3	6	6	Проверка домашнего задания, устный опрос
Итого по разделу		5	12	8	
2. Оптические постоянные конденсированных сред: общая характеристика и методы расчета					
2.1 Метод Френеля в расчетах оптических постоянных конденсированных сред.	4	6/2И	10	6	Проверка домашнего задания, устный опрос
2.2 Метод Крамерса-Кронига в расчетах оптических постоянных конденсированных сред.		6/2И	12	7	Проверка домашнего задания, устный опрос
Итого по разделу		12/4И	22	13	
Итого за семестр		17/4И	34	21	зачёт
Итого по дисциплине		17/4И	34	21	зачет

#### 4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации

Представлены в приложении 1.

#### 5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

##### а) Основная литература:

1. Молекулярная спектроскопия: основы теории и практика: Учебное пособие / Под ред. проф. Ф.Ф. Литвина. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 263 с.: 60x88 1/16. - ISBN 978-5-16-005727-9, 200 экз./ <https://znanium.com/read?id=284352>.

2. Пивоваров, С. С. Физические основы теории оптической и рентгеновской спектроскопии: Учебное пособие / Пивоваров С.С. - СПб:СПбГУ, 2016. - 64 с.: ISBN 978-5-288-05653-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=302312> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

##### б) Дополнительная литература:

1. Слюсарева, Е.А. Оптическая спектроскопия: сложные молекулы : учеб. пособие / Е.А. Слюсарева, М.А. Герасимова, Н.В. Слюсаренко. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2018. - 116 с. - ISBN 978-5-7638-3941-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=342155> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

2. Нанокompозиты на основе оксидов Zr-металлов: исследования морфологии и структуры методами электронной микроскопии и рентгеновской спектроскопии : монография / Г. Э. Яловега и др. ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. - 156 с. - ISBN 978-5-9275-2415-0.1020581. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=339786> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

3. Жебентяев, А. И. Аналитическая химия. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие / А.И. Жебентяев. - Москва : НИЦ Инфра-М; Минск : Нов. знание, 2013. - 206 с.: ил.; . - (Высшее образование). ISBN 978-5-16-006615-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/read?id=150893> (дата обращения: 28.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

##### в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

###### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
STATISTICA в.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно
MathWorks MathLab v.2014 Classroom License	К-89-14 от 08.12.2014	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
MAXIMA	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России	<a href="https://bdu.fstec.ru/">https://bdu.fstec.ru/</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>

**Приложение Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

**а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:**

Оценочные средства
<b>КНС-2 Способен владеть экспериментальными методами исследования и методами математического моделирования с использованием прикладных математических пакетов и программ</b>

Оценочные средства

**Перечень теоретических вопросов к зачету (с оценкой):**

1. Уравнения Френеля и методы определения оптических постоянным методом зеркального отражения света..
2. Эллипсометрический метод определения оптических постоянных конденсированных сред.
3. Расчет оптических постоянных конденсированных сред методом Крамерса-Кронига. Анализ погрешностей эксперимента.
4. Основы теории рассеяния света дисперсными средами. Релеевское рассеяние. Комбинационное рассеяние.
  1. Вычислить длины волн красного и фиолетового спутников, ближайших к несмещенной линии, в колебательном спектре комбинационного рассеяния молекулы  $F_2$ , если длина волны падающего света  $\lambda_0 = 404.7$  нм и собственная частота колебаний молекулы  $\omega = 2.15 \cdot 10^{14}$  рад/с.
  2. Длина волны резонансной линии ртути  $\lambda = 235.65$  нм. Среднее время жизни атомов ртути в состоянии резонансного возбуждения  $\tau = 0.15$  мкс. Оценить отношение доплеровского уширения этой линии к ее естественной ширине при температуре газа  $T=300$  К.
    1. Сконструировать спектрометр для исследования дифракции, преломления и отражения рентгеновского излучения с длиной волны 40 ангстрем.
    2. Определить длину волны излучения, при которой становятся прозрачными металлы, например (а) медь, (б) натрий. Найти коэффициент отражения для металлов как функцию частоты  $\omega$  падающего на него излучения на основе теории Друде. Рассмотреть следующие предельные случаи: а)  $\tau \omega \ll 1$ ; б)  $1 \ll \tau \omega \ll \tau \omega_p$ ; в)  $\omega \gg \omega_p$ .



**Примерные аудиторские контрольные работы (АКР):****АКР №1 «Взаимодействие света с веществом. Оптические постоянные»**

1. Найти минимальное значение индукции  $B$  магнитного поля, при котором спектральным прибором с разрешающей способностью  $\lambda / \delta\lambda = 10^5$  можно разрешить компоненты спектральной линии  $\lambda = 536$  нм, обусловленной переходом между синглетными термами. Наблюдение ведут в направлении, перпендикулярном к магнитному полю.
2. Вычислить длины волн красного и фиолетового спутников, ближайших к несмещенной линии, в колебательном спектре комбинационного рассеяния молекулы  $F_2$ , если длина волны падающего света  $\lambda_0 = 404.7$  нм и собственная частота колебаний молекулы  $\omega = 2.15 \cdot 10^{14}$  рад/с.
3. Определить длину волны излучения, при которой становятся прозрачными металлы, например (а) медь, (б) натрий. Найти коэффициент отражения для металлов как функцию частоты  $\omega$  падающего на него излучения на основе теории Друде. Рассмотреть следующие предельные случаи: а)  $\tau\omega \ll 1$ ; б)  $1 \ll \tau\omega \ll \tau\omega_p$ ; в)  $\omega \gg \omega_p$ .

**АКР №2 «Оптические постоянные конденсированных сред: общая характеристика и методы расчета»**

1. Электроны ускоряются в синхротроне до энергии  $3 \cdot 10^8$  эВ. Сконструировать прибор для измерения формы спектра  $\gamma$ -квантов, излучаемых тонкой внутренней вольфрамовой мишенью, бомбардируемой электронным пучком.
2. Длина волны резонансной линии ртути  $\lambda = 235.65$  нм. Среднее время жизни атомов ртути в состоянии резонансного возбуждения  $\tau = 0.15$  мкс. Оценить отношение доплеровского уширения этой линии к ее естественной ширине при температуре газа  $T=300$  К.
3. В спектре железа, полученном с помощью кварцевого спектрографа, две линии 3100.7 ангстрем и 3038.4 ангстрем оказались на расстоянии 3.89 мм друг от друга. По приведенным измерениям определить дисперсию спектрографа в указанной области спектра.

**Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):****ИДЗ №1 «Взаимодействие света с веществом. Оптические постоянные»**

1. Оптические постоянные непрозрачного кубического материала при заданной длине волны  $\lambda$  можно определить, измеряя коэффициенты отражения для угла падения  $\varphi$  линейно поляризованного света при плоскостях поляризации, параллельной и перпендикулярной к плоскости падения. Показать, что этот метод не пригоден для  $\varphi_0$ , близкого к 0, 45 и 90 градусов.
2. Сконструировать спектрометр для исследования дифракции, преломления и отражения рентгеновского излучения с длиной волны 40 ангстрем.
3. При некотором напряжении на рентгеновской трубке с алюминиевым антикатодом длина волны коротковолновой границы сплошного рентгеновского спектра равна 0.50 нм. Будет ли наблюдаться при этом К-серия характеристического спектра, потенциал возбуждения которой равен 1.56 кВ?

**ИДЗ №2 «Оптические постоянные конденсированных сред: общая характеристика и методы расчета»**

1. Найти диэлектрическую проницаемость и коэффициент поглощения ионного кристалла.
2. Определить длину волны излучения, при которой становятся прозрачными металлы, например (а) медь, (б) натрий. Найти коэффициент отражения для металлов как функцию частоты  $\omega$  падающего на него излучения на основе теории Друде. Рассмотреть следующие предельные случаи: а)  $\tau\omega \ll 1$ ; б)  $1 \ll \tau\omega \ll \tau\omega_p$ ; в)  $\omega \gg \omega_p$ .
3. Определить энергию фотонов, необходимую для образования экситона в CdS ( $\varepsilon = 16$ ,  $m^* / m = 0.2$ ,  $E_g = 2.53$  эВ).

Оценочные средства

**КНС-4 Способен применять на практике навыки составления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов, написания статей по направлению физика конденсированного состояния и смежным направлениям**

**составить научный обзор по темам**

1. Диффузное рассеяние света. Определение оптических характеристик сред, уравнение Кубелки-Мунка. Особенности исследования сильно- и слабопоглощающих сред.
2. Общий анализ экспериментальных методов исследования оптических характеристик конденсированных сред.

**написание статей по темам**

- Методы моделирования оптических характеристик конденсированных сред.  
Метод нарушенного полного внутреннего отражения в исследовании оптических характеристик сильно- и слабопоглощающих сред.

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретический вопрос, позволяющий оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и одно практическое задание, выявляющее степень сформированности умений и владений.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания теоретического вопроса и практического задания:**

– на оценку «**зачтено**» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практическое задание, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности. переносе на новые ситуации.

– на оценку «**не зачтено**» – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.