



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИТ
Ю.В. Сомова

03.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ КВАНТОВОЙ ОПТИКИ

Научная специальность

1.3.8. Физика конденсированного состояния

Уровень высшего образования - подготовка кадров высшей квалификации

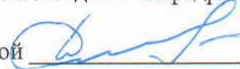
Форма обучения
очная

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

Магнитогорск
2025 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
28.01.2025, протокол № 4

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС
03.02.2025 г. протокол № 3

Председатель  Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:
доцент Физики, канд. физ.-мат. наук

 А.П. Давыдов

Рецензент:
зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук

 О.С. Логунова

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от ____ 20__ г. № ____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от ____ 20__ г. № ____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от ____ 20__ г. № ____

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от ____ 20__ г. № ____

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) дисциплины получение знаний о физических основах спектроскопии твердого тела, способах моделирования взаимодействия излучения с поверхностью твердого тела.

2 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения

В результате освоения дисциплины(модуля) «Дополнительные главы квантовой оптики» 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			
Общая трудоёмкость 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;							

4 Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной

Представлены в приложении 1.

5 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Рыбина, Н.В. Оптоэлектроника и квантовая оптика: учебное пособие / Н.В. Рыбина. —

Рязань: РГРТУ, 2022. — 160 с. — ISBN 978-5-7722-0363-7. — Текст: электронный

// Лань: электронно-библиотечная

система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/380474> (дата обращения: 12.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сарина М.П. Волновая и квантовая оптика: учебное пособие / М.П. Сарина, В.Н. Холявко. — Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2019. — 124 с. — ISBN 978-5-7782-3813-8. —

Текст: электронный // znanium: электронно-библиотечная система. —

URL: <https://znanium.ru/catalog/document?id=397294> (дата обращения: 12.04.2025). —

Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Владимиров, Г.Г. Физическая электроника. Эмиссия и взаимодействие частиц с твердым телом: учебное пособие / Г.Г. Владимиров. — Санкт-Петербург: Лань, 2013. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1515-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/38838> (дата обращения: 28.10.2020). —

Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ягодовский, В.Д. Адсорбция: учебное пособие / В.Д. Ягодовский. — 2-е изд. —

Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 219 с. — ISBN 978-5-00101-656-4. —

Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. —

URL: <https://e.lanbook.com/book/135481> (дата обращения: 28.10.2020). —

Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Зисман, Г.А. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б.г.]. —

Том 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц — 2019. —

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 v.6	К-139-08 от 22.12.2008	бессрочно
Maple 14 Classroom License	К-113-11 от 11.04.2011	бессрочно

MathWorksMathLabv.2014ClassroomLicense	К-89-14от08.12.2014	бессрочно
MathCADv.15EducationUniversityEdition	Д-1662-13от22.11.2013	бессрочно
MAXIMA	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
ЭлектроннаябазапериодическихизданийEastViewInformationServices,ООО«ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальнаяинформационно-аналитическаясистема–Российскийиндекснауочногочитирования(РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
ЭлектронныересурсыбиблиотекиМГТУим.Г.И.Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Информационнаясистема-БанкданныхугрозбезопасностиинформацииФСТЭКРосс	https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории 1-385, 1-387 для проведения занятий лекционного типа. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории 1-385, 1-387 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории 1-385, 1-387, компьютерные классы 1-372, 1-394а для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета.

Приложение

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

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

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: текущий контроль (проверка выполнения заданий), промежуточный контроль в виде тестирования по разделу и итоговый контроль в виде зачета.

КНС-2 Способен владеть экспериментальными методами исследования и методами математического моделирования с использованием прикладных математических пакетов и программ

Перечень теоретических вопросов к зачету

Тепловое излучение и его основные характеристики

Квантовые свойства света

Характеристики и параметры оптического излучения

Когерентность оптического излучения

Лазеры. Основные виды лазеров.

Оптические волноводы

Фотоприемники

Запутанные состояния фотонов

Квантовая криптография

Квантовая телепортация.

Практические задания

Считая, что спектральное распределение энергии теплового излучения подчиняется формуле Вина $u(\omega, T) = A \omega^3 \exp(-a\omega/T)$, где $a = 7.64 \text{ пс} \cdot \text{К/рад}$, найти для температуры

$T=2000\text{K}$ наиболее вероятные частоты и длину волны излучения.

Лазер излучил в импульсе длительностью $\tau = 0.13 \text{ мс}$ пучок света с энергией $E = 10 \text{ Дж}$. Найти среднее давление такого светового импульса, если его сфокусировать в пятнышко диаметром $d = 10 \text{ мкм}$ на поверхность, перпендикулярную к пучку, с коэффициентом отражения $\rho = 0.50$.

В К-системе отсчета фотон с частотой ω падает нормально на зеркало, которое движется ему навстречу с релятивистской скоростью V . Найти импульс, переданный зеркалу при отражении фотона: а) в системе отсчета, связанной с зеркалом; б) в К-системе.

Имеется вакуумный фотоэлемент, один из электродов которого цезиевый, другой – медный. Определить максимальную скорость фотоэлектронов, подлетающих к медному электроду, при освещении цезиевого электрода электромагнитным излучением с длиной волны 0.22 мкм , если электроды замкнуть снаружи накоротко.

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

Перечень теоретических вопросов к зачету

Классификация низкоразмерных объектов

Фотонные кристаллы

Квантово-размерные лазеры

Наноэлектронные фотоприемники

Квантовые фотонные компьютеры

Наноплазмоника

Поверхностные плазмоны

Плазмонный резонанс в наночастицах

Поверхностные плазмон-поляритон

«Замороженный» свет

Практические задания

Фотон, испытав столкновение с релятивистским электроном, рассеялся под углом $\theta = 60^\circ$, а электрон остановился. Найти комптоновское смещение длины волны рассеянного фотона.

Определить длину волны излучения, при которой становятся прозрачными металлы, например (а) медь, (б) натрий.

Поле излучения в пустом кубическом резонаторе со стороной L удовлетворяет волновому уравнению $\Delta \mathbf{A} - (1/c^2)(\partial^2 \mathbf{A}/\partial t^2) = 0$ и условию кулоновской калибровки $\text{div} \mathbf{A} = 0$. Покажите, что решение, удовлетворяющее граничным условиям, имеет следующие составляющие:

$A_x(\mathbf{r}, t) = A_x(t) \cos(k_x x) \sin(k_y y) \sin(k_z z)$, $A_y(\mathbf{r}, t) = A_y(t) \sin(k_x x) \cos(k_y y) \sin(k_z z)$,
 $A_z(\mathbf{r}, t) = A_z(t) \sin(k_x x) \sin(k_y y) \cos(k_z z)$, где $A(t)$ не зависит от положения, а компоненты волнового вектора $\mathbf{k}$ определяются выражениями: $k_x = 2\pi n_x / L$, $k_y = 2\pi n_y / L$, $k_z = 2\pi n_z / L$, где n_x, n_y, n_z – целые числа $(0, \pm 1, \pm 2, \dots)$. Покажите, что среди этих чисел только одно может быть равно нулю в данный момент времени.

Покажите, что уравнения Максвелла-Лоренца можно записать в квантово-механической форме Майорана.

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физические основы моделирования в спектроскопии твердого тела» 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 экзаменационным билетам, каждый из которых включает 1 теоретический вопрос и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания теоретического вопроса и практического задания:

- на оценку «отлично» (5 баллов) – 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.
- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся

испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Оценка «неудовлетворительно» (1 балл) – не предусмотрена.