

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной
работе

Лейфа А.В. Лейфа

14 июня 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
«ОПТИКА НАНОСИСТЕМ»

Направление подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика

Направленность (профиль) образовательной программы – Физика твердого тела

Квалификация выпускника – Магистр

Год набора – 2024

Форма обучения – Очная

Курс 1 Семестр 2

Экзамен 2 сем

Общая трудоемкость дисциплины 180.0 (академ. час), 5.00 (з.е)

Составитель В.В. Нецименко, доцент, д-р физ.-мат. наук

Институт компьютерных и инженерных наук

Кафедра физики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 03.04.01 Прикладные математика и физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.20 № 898

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физики

01.02.2024 г., протокол №6

Заведующий кафедрой Стукова Е.В. Стукова

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

14 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Стукова Е.В. Стукова

14 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

14 июня 2024 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

14 июня 2024 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины:

Изучение современных представлений об оптических свойствах наносистем и закономерностях их изменений в зависимости от размерных факторов.

Задачи дисциплины:

- овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями оптики наносистем;
- изучение моделей колебательных состояний в сверхрешётках;
- изучение процессов и изменения оптических свойств материалов в зависимости от размера.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Оптика наносистем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Для освоения дисциплины необходимо знать:

- 1) курс общей физики;
- 2) курс теоретической физики.
- 3) физика твердого тела.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

3.1 Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
ПК-2 Способен проводить работы по обработке и анализу научно- технической информации и результатов исследований	ИД-1ПК-2 Знает актуальную нормативную документацию в соответствующей области знаний и методы анализа научных данных ИД-2ПК-2 Умеет оформлять результаты научно-исследовательских работ
ПК-3 Способен проводить научно- исследовательские работы по тематике организации	ИД-1ПК-3 Знает методы организации и проведения научных исследований ИД-2ПК-3 Умеет применять актуальную нормативную документацию и результаты научно-исследовательских работ

4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.00 зачетных единицы, 180.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4								5	6	7		
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8				4.9	
1	Фотонные кристаллы	2	2					12					25	Проверка в ходе лабораторных работ	
2	Рассеяние излучения на сферических частицах	2	2					12					25	Проверка в ходе лабораторных работ	
3	Оптика квантовых ям и сверхрешеток	2	2										20	Проверка конспектов лекций	
4	Оптические переходы	2	2										20	Проверка конспектов лекций	
5	Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами	2	2										20	Проверка конспектов лекций	
6	Экзамен	2									0.3	35.7		Экзамен	
	Итого			10.0		0.0		24.0		0.0	0.0	0.3	35.7	110.0	

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Фотонные кристаллы	Фотонные кристаллы. Структура фотонных кристаллов. Виды фотонных кристаллов. Спектры пропускания фотонных кристаллов. Многолучевая интерференция в фотонных кристаллах. Распространение электромагнитных волн в периодических структурах.
2	Рассеяние излучения на сферических частицах	Распределение полей поверхностных плазмонов на границе металл-диэлектрик. Модель однородных плазмонных колебаний. Рассеяние излучения на металлических наносферах. Сечение экстинкции излучения на металлических наносферах.
3	Оптика квантовых ям и	Зонная схема структуры с одиночной квантовой

	сверхрешеток	ямой. Зонная схема периодической структуры с квантовыми ямами. Электронные подзоны в квантовых ямах. Подзоны тяжелых и легких дырок. Электронные минизоны в сверхрешетках. Квазидвумерные экситоны.
4	Оптические переходы	Междузонные и внутризонные оптические переходы между подзонами размерного квантования. Поляризационные свойства оптических переходов из подзон тяжелых и легких дырок.
5	Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами	Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами. Линейный отклик одиночной квантовой ямы. Экситонные поляритоны в периодических структурах с квантовыми ямами. Резонансная брэгговская структура. Электрооптика гетероструктур. Магнитоэкситоны в структурах с квантовыми ямами.

5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Изучение физики одномерных фотонных кристаллов и параметров, влияющих на их спектральные характеристики	Построить спектр пропускания излучения, падающего нормально на фотонный кристалл с помощью матриц передачи и теоремы Абелеса. Показать влияние оптического контраста слоев на спектральные характеристики фотонного кристалла. Показать влияние диэлектрической проницаемости дефектного слоя фотонного кристалла на частотное положение пика пропускания.
Изучение принципов поглощения и рассеяния излучения на сферических наночастицах в зависимости от окружающей среды, диаметра частицы и типа металла.	Рассчитать дисперсию диэлектрических проницаемостей металлов. Построить сечения поглощения, рассеяния и экстинкции наносфер для различных диэлектрических проницаемостей матрицы. Построить сечения поглощения, рассеяния и экстинкции наносфер, изготовленных из различных металлов.

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Фотонные кристаллы	Работа с конспектами лекций. Подготовка к лабораторной работе.	25
2	Рассеяние излучения на сферических частицах	Работа с конспектами лекций. Подготовка к лабораторной работе.	25
3	Оптика квантовых ям и сверхрешеток	Работа с конспектами лекций.	20
4	Оптические переходы	Работа с конспектами лекций.	20

5	Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами	Работа с конспектами лекций.	20
---	--	------------------------------	----

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.04.01 – «Прикладная математика и физика» реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При преподавании дисциплины «Оптика наносистем» используются как традиционные (лекция, лекция - беседа, проблемная лекция, лекция-семинар), так и инновационные технологии (применение мультимедийного проектора, семинар-дискуссия, использование ресурсов сети Internet и электронных учебников).

Лекционные занятия проводятся с использованием традиционной, активной и интерактивной форм обучения.

Распределение образовательных технологий соответствует проведению занятий в интерактивной форме.

8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, а также методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков отражены в фонде оценочных средств по дисциплине «Оптика наносистем».

Экзаменационные вопросы:

1. Фотонные кристаллы.
2. Структура фотонных кристаллов.
3. Виды фотонных кристаллов.
4. Спектры пропускания фотонных кристаллов.
5. Многолучевая интерференция в фотонных кристаллах.
6. Распространение электромагнитных волн в периодических структурах.
7. Распределение полей поверхностных плазмонов на границе металл-диэлектрик.
8. Модель однородных плазмонных колебаний.
9. Рассеяние излучения на металлических наносферах.
10. Сечение экстинкции излучения на металлических наносферах.
11. Зонная схема структуры с одиночной квантовой ямой.
12. Зонная схема периодической структуры с квантовыми ямами.
13. Электронные подзоны в квантовых ямах.
14. Подзоны тяжелых и легких дырок.
15. Электронные минизоны в сверхрешетках.
16. Квазидвумерные экситоны.
17. Междозонные и внутризонные оптические переходы между подзонами размерного квантования.
18. Поляризационные свойства оптических переходов из подзон тяжелых и легких дырок.
19. Резонансное отражение и поглощение света в структурах с квантовыми ямами.
20. Линейный отклик одиночной квантовой ямы.
21. Экситонные поляритоны в периодических структурах с квантовыми ямами.
22. Резонансная брэгговская структура.
23. Электрооптика гетероструктур.

24. Магнитоэкситоны в структурах с квантовыми ямами.

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература

1. Сергеев Н.А. Физика наносистем [Электронный ресурс]: монография/ Сергеев Н.А., Рябушкин Д.С. — Электрон. текстовые данные. — Москва: Логос, 2015. — 192 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33418.html>. (дата обращения: 13.06.2024) — ЭБС «IPRbooks»

2. Сарина, М. П. Физика твердого тела : учебное пособие / М. П. Сарина. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 107 с. — ISBN 978-5-7782-3319-5. — Текст : электронный // Электронно- библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91466.html> (дата обращения: 13.06.2024)

3. Филимонова, Н. И. Физика конденсированного состояния : учебное пособие / Н. И. Филимонова, Р. П. Дикарева. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 136 с. — ISBN 978-5-7782-2960-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91569.html> (дата обращения: 13.06.2024)

4. Артамонова, О. В. Химия твердого тела : учебное пособие / О. В. Артамонова. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 168 с. — ISBN 978-5-4497-1125-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/108355.html> (дата обращения: 13.06.2024)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно- библиотечная система IPRbooks — научно- образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные тех- нологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	https://materialsproject.org	База данных оптических свойств наноструктурированных материалов

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине проводятся в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

Каждый обучающийся обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронно- библиотечным системам и к электронной информационно-

образовательной среде университета.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета. На занятиях применяется техническое оборудование.