

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к911) Физика и теоретическая
механика



Сюй А.В., канд. физ.-
мат. наук, доцент

27.05.2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **Нелинейные эффекты в волоконной оптике**

для направления подготовки 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Составитель(и): д.ф.-м.н., Профессор, Иванов В.И.

Обсуждена на заседании кафедры: (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от 06.05.2022г. № 5

Обсуждена на заседании методической комиссии учебно-структурного подразделения: Протокол от 27.05.2022г.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от __ ____ 2023 г. № __
Зав. кафедрой Сьюй А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от __ ____ 2024 г. № __
Зав. кафедрой Сьюй А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от __ ____ 2025 г. № __
Зав. кафедрой Сьюй А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры (к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от __ ____ 2026 г. № __
Зав. кафедрой Сьюй А.В., канд. физ.-мат. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины **Нелинейные эффекты в волоконной оптике**
разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 № 935

Квалификация **магистр**

Форма обучения **заочная**

ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	180	Виды контроля на курсах:
в том числе:		экзамены (курс) 1
контактная работа	12	курсовые работы 1
самостоятельная работа	159	
часов на контроль	9	

Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Курс	1		Итого	
	уп	ип		
Вид занятий				
Лекции	4	4	4	4
Лабораторные	4	4	4	4
Практические	4	4	4	4
В том числе инт.	2	2	2	2
Итого ауд.	12	12	12	12
Контактная работа	12	12	12	12
Сам. работа	159	159	159	159
Часы на контроль	9	9	9	9
Итого	180	180	180	180

1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1.1	Распространение волн в волоконных световодах. Дисперсия в оптических волокнах. Фазовая самомодуляция волн в оптическом волокне. Оптические солитоны. Применение оптических солитонов в оптических системах связи. Методы компрессии оптических импульсов в оптических волокнах. Вынужденное комбинационное рассеяние света в оптическом волокне. ВКР-усилители и ВКР-лазеры для оптических систем связи. Вынужденное рассеяние Мандельштам-Бриллюэна в оптическом волокне. ВРМБ-усилители и ВРМБ-лазеры для оптических систем связи. Параметрические процессы в оптических волокнах. Тепловые механизмы оптической нелинейности. Нелинейно-оптические эффекты в средах без центра симметрии. Генерация второй оптической гармоники в пространственно-периодических структурах. Фотоиндуцированная генерация второй гармоники в оптическом волокне. Четырехволновые процессы в оптических волокнах. Фоторефрактивное рассеяние света.
-----	--

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код дисциплины:	Б1.В.ДВ.01.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Волноводная фотоника
2.1.2	Современная физика твердого тела
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Преддипломная практика
2.2.2	
2.2.3	Научно-исследовательская работа
2.2.4	Производственно-технологическая практика

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

УК-2: Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Знать:
Этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами.
Уметь:
Разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла.
Владеть:
Методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта

ПК-2: Способность владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере

Знать:
Методики разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере
Уметь:
Владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере
Владеть:
Способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере

ПК-4: Способность разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства

Знать:
Основы проектирования фотонного устройства на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства
Уметь:
Разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства
Владеть:
Способностью разрабатывать фотонное устройство на основе элементной базы, выбирать необходимое оборудование и способ контроля параметров устройства

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
Раздел 1. Лекция							
1.1	Распространение волн в волоконных световодах. Дисперсия в оптических волокнах. Фазовая самомодуляция волн в оптическом волокне /Лек/	1	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.2	Оптические солитоны. Применение оптических солитонов в оптических системах связи. Методы компрессии оптических импульсов в оптических волокнах /Лек/	1	1	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
1.3	ВКР-усилители и ВКР-лазеры для оптических систем связи /Лек/	1	1	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
Раздел 2. Практические работы							
2.1	Параметрические процессы в оптических волокнах. Нелинейно-оптические эффекты в средах без центра симметрии. Четырехволновые процессы в оптических волокнах. Фоторефрактивное рас-сеяние света. /Пр/	1	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
2.2	Генерация второй оптической гармоники в пространственно-периодических структурах. Фотоиндуцированная генерация второй гармоники в оптическом волокне /Пр/	1	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	2	дискуссии
Раздел 3. Лабораторные работы							
3.1	ВРМБ-усилители и ВРМБ-лазеры /Лаб/	1	1	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
3.2	Параметрические процессы в оптических волокнах /Лаб/	1	1	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
3.3	Тепловые механизмы оптической нелинейности /Лаб/	1	1	УК-2 ПК-2	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
3.4	Генерация второй оптической гармоники в пространственно-периодических структурах /Лаб/	1	1	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
Раздел 4. Самостоятельная работа							
4.1	Подготовка к практическим занятиям, лабораторным работам /Ср/	1	50	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
4.2	Подготовка, оформление лабораторных работ /Ср/	1	28	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
4.3	Освоение теоретического материала, /Ср/	1	39	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
4.4	подготовка и выполнение курсовой работы /Ср/	1	42	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
Раздел 5. Контроль							
5.1	защита курсовой работы /КР/	1	0	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	

5.2	Подготовка к экзамену /Экзамен/	1	9	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
-----	---------------------------------	---	---	-------------------	---------------------------------	---	--

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Савин Е.З.	Волоконно-оптические кабели и пассивные компоненты ВОЛП: учеб. пособие для вузов	Москва: УМЦ ЖДТ, 2012,

6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Ахманов С.А., Никитин С.Ю.	Физическая оптика: Учеб. для вузов	Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1998,
Л2.2	Манцызов Б. И.	Когерентная и нелинейная оптика фотонных кристаллов	Москва: Физматлит, 2009, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68404
Л2.3	Делоне Н. Б.	Нелинейная оптика	Москва: Физматлит, 2003, http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68862

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	На сайте размещаются материалы о научно-технических, производственных, экономических и образовательных аспектах нелинейной волоконной оптики.	http://biblioclub.ru/
Э2	На сайте размещаются материалы о научно-технических, производственных, экономических и образовательных аспектах нелинейной волоконной оптики.	http://www.knigafund.ru/

6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

6.3.1 Перечень программного обеспечения

ABVYY FineReader 11 Corporate Edition - Программа для распознавания текста, договор СЛ-46

Total Commander - Файловый менеджер, лиц. LO9-2108, б/с

Free Conference Call (свободная лицензия)

Zoom (свободная лицензия)

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

Профессиональная база данных, информационно-справочная система КонсультантПлюс - <http://www.consultant.ru>

Профессиональная база данных, информационно-справочная система Техэксперт/Кодекс - <http://www.cntd.ru>

7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Аудитория	Назначение	Оснащение
423	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. зал электронной информации	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.
1803	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования (выполнения курсовой работы).	комплект мебели, экран, мультимедиапроектор переносной. Анализатор спектра СК 4-59, Базовый FTB 100-D2-N4, Скальвателль волокон СТ-30, Сварочный аппарат, Детектор активного волокна LFD -200, Монохроматор FOD-8101, Лаб.устан. "Исслед. ВАХ и ВтАХ СИДов", Осциллограф С1-65, Блок управ. МСО2. Лаб.раб. "Исследования характеристик ФД".
1807	Компьютерный класс для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	комплект учебной мебели: столы, экран, мультимедиапроектор переносной. ПЭВМ
3317	Помещения для самостоятельной работы обучающихся. Читальный зал НТБ	Тематические плакаты, столы, стулья, стеллажи Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, свободному доступу в ЭБС и ЭИОС.

Аудитория	Назначение	Оснащение
3434	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	комплект учебной мебели: столы, стулья, интерактивная доска, проектор, тематические плакаты, ноутбук

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1. Содержание семинаров по дисциплине (могут включаться в практические занятия в качестве интерактивного элемента обучения)

1. Семинар по теме: «Проблемы и задачи нелинейной волоконной оптики»

Этапы развития оптических систем связи; история развития нелинейной оптики; прикладные и фундаментальные аспекты нелинейной оптики; нелинейная волоконная оптика во взаимосвязи научных направлений; сравнение объемных и волноводных сред применительно к эффективности нелинейно-оптических эффектов; учет негативного влияния оптической нелинейности в работе оптических систем связи; прикладное значение нелинейной волоконной оптики.

2. Семинар по теме: «Распространение оптических волн в анизотропных диспергирующих средах».

Дисперсия в объемных и волноводных средах; влияние дисперсии на форму и ширину импульса; естественная и искусственная оптическая анизотропия, коноскопические методы исследования структуры одноосных кристаллов; методы поляризационной интерферометрии, исследование фотоупругости стекол и пластиков, поляризационная дисперсия; исследование модового состава и поляризации световых волн в оптических волокнах при наличии механических напряжений; двулучепреломляющие волокна.

3. Семинар по теме: «Оптические временные и пространственные солитоны в оптически-нелинейных средах»

Понятие солитона; основные свойства солитонов; базовая модель, свойства и разновидности солитонов; способы экспериментального создания и изучения солитонов; применение временных и пространственных солитонов в современных оптических технологиях.

4. Семинар по теме: «Фотоиндуцированное рассеяние света в фоторефрактивных средах»

Фотоэлектрические явления в оптических кристаллах: фотовольтаический эффект, фоторефрактивный эффект, пироэффект, электрооптический эффект, эффект оптического выпрямления. Перенос фотогенерированного заряда в оптических кристаллах. Разновидности фотоиндуцированного рассеяние света, модели рассеяния, методики изучения фотоиндуцированного рассеяние света; учет влияния фотоиндуцированных процессов на работу волоконно-оптических линий связи.

5. Семинар по теме: «Нелинейно-оптические явления в пространственно-периодических структурах».

Методы формирования периодических структур в оптических волокнах; разновидности периодических структур в оптических волокнах; акустооптические эффекты; брэгговские решетки в волокнах; компрессия лазерных импульсов в оптических волокнах; генерация второй гармоники в оптическом волокне с записанной решеткой квадратичной нелинейности.

8.2. Методические рекомендации к практическим занятиям

Проведение практических занятий. В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, для этого при подготовке к практическим занятиям студентам необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой с учетом рекомендаций преподавателя и требований учебной программы.

Выполнение курсовой работы. При выполнении курсовой работы студенту необходимо изучить методические указания по выполнению курсовой работы. Изучить соответствующую литературу.

Защита курсовой работы. Отчёт о проделанной курсовой работе должен быть представлен к сдаче на 14-ой неделе и является необходимым условием для допуска к экзамену. Защита производится в виде индивидуального собеседования с каждым студентом по теоретической и практической частям выполненной работы. Ответы на поставленные вопросы студент дает в устной или письменной форме.

8.3. Самостоятельная работа студентов

8.3.1. Виды самостоятельной работы студентов и их состав

- изучение теоретического материала по учебной и учебно-методической литературе;
- отработка навыков решения задач по темам практических занятий;
- выполнение курсовой работы;
- подготовка к защите курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

8.3.2. Тема курсовой работы.

Нелинейные эффекты в оптических волокнах

8.3.3. Задания курсовой работы

- Оценка влияния материальной и волноводной дисперсии на распространение оптического импульса в оптическом волокне
- Расчет характеристик вынужденного комбинационного рассеяния света в оптических волокнах
- Расчет характеристик вынужденного рассеяния Мандельштам-Бриллюэна в оптических волокнах

8.4. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Нелинейные эффекты в нелинейной оптике»

Перечень основной и дополнительной литературы приведен в разделе 8 соответствующей РПД.

Методические рекомендации для подготовки к защите КР.

Выполнение КР осуществляется в домашних условиях. Для защиты КР студент самостоятельно изучает вопросы соответствующего раздела теории, повторяет физические законы и явления, необходимые для решения конкретной задачи. Защита КР происходит на консультации, в установленное преподавателем время. Положительная отметка, полученная студентом при защите, выступает необходимой составляющей для допуска к экзамену по данной дисциплине.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья, в отличие от остальных студентов, имеют свои специфические особенности восприятия, переработки материала. Обучающиеся инвалиды, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом особенностей и образовательных потребностей конкретного обучающегося.

Проведение учебного процесса может быть организовано с использованием ЭИОС университета и в цифровой среде (группы в социальных сетях, электронная почта, видеосвязь и др. платформы). Учебные занятия с применением ДОТ проходят в соответствии с утвержденным расписанием. Текущий контроль и промежуточная аттестация обучающихся проводится с применением ДОТ.