

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

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к911) Физика и теоретическая
механика



Пячин С.А., доктор
физ.-мат. наук

26.04.2024

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 25.04.2024г. № 4

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям: Протокол

г. Хабаровск
2024 г.

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 Пячин С.А., доктор физ.-мат. наук

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 Пячин С.А., доктор физ.-мат. наук

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от ____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой Пячин С.А., доктор физ.-мат. наук

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Председатель МК РНС

__ ____ 2028 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры
(к911) Физика и теоретическая механика

Протокол от ____ 2028 г. № ____
Зав. кафедрой Пячин С.А., доктор физ.-мат. наук

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 **очная**

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 в семестрах:
в том числе:		экзамены (семестр) 2
контактная работа	38	курсовые работы 2
самостоятельная работа	106	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	14 3/6			
Неделя	14 3/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	16	16	16	16
Лабораторные	16	16	16	16
Контроль самостоятельной работы	6	6	6	6
Итого ауд.	32	32	32	32
Контактная работа	38	38	38	38
Сам. работа	106	106	106	106
Часы на контроль	36	36	36	36
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	Современная физика твердого тела
2.1.2	Специальные волоконные световоды
2.1.3	Волноводная фотоника
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Фотоиндуцированные процессы в наноразмерных средах
2.2.2	Научно-исследовательская работа
2.2.3	Планирование научного эксперимента и обработка экспериментальных данных
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 /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
1.2	Дисперсия в оптических волокнах /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
1.3	Фазовая самомодуляция волн в оптическом волокне /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
1.4	Оптические солитоны /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.3 Э1 Э2	0	
1.5	Применение оптических солитонов в оптических системах связи /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
1.6	Методы компрессии оптических импульсов в оптических волокнах /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.2 Э1 Э2	0	
1.7	Вынужденное комбинационное рассеяние света в оптическом волокне /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
1.8	ВКР-усилители и ВКР-лазеры для оптических систем связи /Лек/	2	2	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.3 Э1 Э2	0	
	Раздел 2. Лабораторные работы						
2.1	ВРМБ-усилители и ВРМБ-лазеры /Лаб/	2	4	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
2.2	Параметрические процессы в оптических волокнах /Лаб/	2	4	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
2.3	Тепловые механизмы оптической нелинейности /Лаб/	2	4	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
2.4	Генерация второй оптической гармоники в пространственно-периодических структурах /Лаб/	2	4	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Э1 Э2	0	
	Раздел 3. Самостоятельная работа						
3.1	Освоение теоретического материала, /Ср/	2	48	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
3.2	Подготовка к практическим занятиям, /Ср/	2	24	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2	0	
3.3	подготовка к лабораторным работам /Ср/	2	14	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
3.4	Подготовка, оформление и выполнение курсовой работы. /Ср/	2	20	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
	Раздел 4. Контроль						
4.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	2	36	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 Л2.2 Л2.3 Э1 Э2	0	
4.2	защита /КР/	2	0	УК-2 ПК-2 ПК-4	Л1.1Л2.1 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	ЭБС. Университетская Библиотека Онлайн.		http://biblioclub.ru/
Э2	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU		http://elibrary.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			
Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition - Антивирусная защита, контракт 469 ДВГУПС			
Антиплагиат - Система автоматической проверки текстов на наличие заимствований из общедоступных сетевых источников, контракт 12724018158180000974/830 ДВГУПС			
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	
1803	Учебная аудитория для проведения практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, курсового проектирования (выполнения курсовой работы). лаборатория "Волоконно- оптические линии связи", "Измерения в ВОЛС"	комплект учебной мебели, доска, экран. Технические средства обучения: мультимедиапроектор переносной. Оборудование для практических и лабораторных работ: Учебные линии ВОЛС, Анализатор спектра, скальваатель волокон СТ-30, сварочный аппарат, детектор активного волокна , монохроматор, Рефлектометры, тестеры волоконно- оптических линий, источники излучения, оптические теефоны, оптические волокна, коннекторы, учебные катушки, муфты ВОЛС. Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 - 43107380, PTC Mathcad Prime 3.0 - АСТ-Тест лиц. Office Pro Plus 2007, лиц. 45525415, Total Commander – LO9-2108 от 22.04.2009, б/с. Visio Pro 2007, лиц. 45525415, Windows XP, лиц. 46107380, Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), 7-zip (свободно распространяемое ПО).	
1807	Компьютерный класс для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. лаборатория "Технологии прокладки и ремонта ВОЛС"	комплект учебной мебели, доска, экран. Технические средства обучения: мультимедиапроектор переносной. 7 ПК, 2 факсимильных аппарата, 2 ноутбука (переносные), Лабораторная установка "Мультисервисная корпоративная сеть" Microsoft Office Профессиональный плюс 2007 - 43107380, PTC Mathcad Prime 3.0 - АСТ-Тест лиц. Office Pro Plus 2007, лиц. 45525415, Total Commander – LO9-2108 от 22.04.2009, б/с. Visio Pro 2007, лиц. 45525415, Windows XP, лиц. 46107380, Foxit Reader (свободно распространяемое ПО), 7-zip (свободно распространяемое ПО).	
3328	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа.	комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, экран. Технические средства обучения: мультимедиапроектор.	
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
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.
3535	Учебная аудитория для лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория "Оптика".	комплект учебной мебели, доска, тематические плакаты, установка "Изучение интерференционной схемы "колец Ньютона" ФПВ -05-2-2, установка "Получение и исследование поляризованного света" ФПВ-05-4-1, установка "Изучение дифракционной решетки и дисперсионной стеклянной призмы" ФПВ-05-3/5-1, установка для изучения абсолютно черного тела ФПК-11, установка для изучения внешнего фотоэффекта ФПК-10. Технические средства обучения: интерактивная доска.

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 рассеяния 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. Более подробные вопросы и задания по КР находятся в приложении (в ОМ).

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.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, образовательные Интернет-ресурсы. Студенту рекомендуется также в начале учебного курса познакомиться со следующей учебно-методической документацией:

- программой дисциплины;
- перечнем знаний и умений, которыми студент должен владеть;
- тематическими планами практических занятий;
- учебниками, пособиями по дисциплине, а также электронными ресурсами.

После этого у студента должно сформироваться четкое представление об объеме и характере знаний и умений, которыми надо будет овладеть в процессе освоения дисциплины.

Вопросы к экзамену:

1. Характеристики волоконных световодов
2. Оптические потери в волоконных световодах
3. Хроматическая дисперсия в оптических средах
4. Моды оптического волокна

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.

Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

Направление: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

Направленность (профиль): Физика и техника оптической связи

Дисциплина: Нелинейные эффекты в волоконной оптике

Формируемые компетенции:

1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.

Показатели и критерии оценивания компетенций

Объект оценки	Уровни сформированности компетенций	Критерий оценивания результатов обучения
Обучающийся	Низкий уровень Пороговый уровень Повышенный уровень Высокий уровень	Уровень результатов обучения не ниже порогового

Шкалы оценивания компетенций при сдаче экзамена или зачета с оценкой

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
		Экзамен или зачет с оценкой
Низкий уровень	Обучающийся: -обнаружил пробелы в знаниях основного учебно-программного материала; -допустил принципиальные ошибки в выполнении заданий, предусмотренных программой; -не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании программы без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	Неудовлетворительно
Пороговый уровень	Обучающийся: -обнаружил знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебной и предстоящей профессиональной деятельности; -справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой; -знаком с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; -допустил неточности в ответе на вопросы и при выполнении заданий по учебно-программному материалу, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Удовлетворительно
Повышенный уровень	Обучающийся: - обнаружил полное знание учебно-программного материала; -успешно выполнил задания, предусмотренные программой; -усвоил основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; -показал систематический характер знаний учебно-программного материала; -способен к самостоятельному пополнению знаний по учебно-программному материалу и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Хорошо

Высокий уровень	Обучающийся: -обнаружил всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала; -умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; -ознакомился с дополнительной литературой; -усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплин и их значение для приобретения профессии; -проявил творческие способности в понимании учебно-программного материала.	Отлично
-----------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------

Шкалы оценивания компетенций при защите курсового проекта/курсовой работы

Достигнутый уровень результата обучения	Характеристика уровня сформированности компетенций	Шкала оценивания
Низкий уровень	Содержание работы не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся не смог обосновать результаты проведенных расчетов (исследований); цель КР/КП не достигнута; структура работы нарушает требования нормативных документов; выводы отсутствуют или не отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе много орфографических ошибок, опечаток и других технических недостатков; язык не соответствует нормам научного стиля речи.	Неудовлетворительно
Пороговый уровень	Содержание работы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся не смог обосновать все результаты проведенных расчетов (исследований); задачи КР/КП решены не в полном объеме, цель не достигнута; структура работы отвечает требованиям нормативных документов; выводы присутствуют, но не полностью отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе присутствуют орфографические ошибки, опечатки; язык соответствует нормам научного стиля речи; при защите КР/КП обучающийся излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; затрудняется или отвечает не правильно на поставленный вопрос.	Удовлетворительно
Повышенный уровень	Содержание работы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся смог обосновать все результаты проведенных расчетов (исследований); задачи КР/КП решены в полном объеме, цель достигнута; структура работы отвечает требованиям нормативных документов; выводы присутствуют, но не полностью отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе практически отсутствуют орфографические ошибки, опечатки; язык соответствует нормам научного стиля речи; при защите КР/КП обучающийся излагает материал, дает правильное определение основных понятий; затрудняется или отвечает не правильно на	Хорошо
Высокий	Содержание работы удовлетворяет требованиям, предъявляемым к КР/КП; на защите КР/КП обучающийся смог обосновать все результаты проведенных расчетов (исследований); задачи КР/КП решены в полном объеме, цель достигнута; структура работы отвечает требованиям нормативных документов; выводы присутствуют и полностью отражают теоретические положения, обсуждаемые в работе; в работе отсутствуют орфографические ошибки, опечатки; язык соответствует нормам научного стиля речи; при защите КР/КП обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; четко и грамотно отвечает на вопросы.	Отлично

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оценивается следующим образом:

Планируемый уровень результатов освоения	Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения			
	Неудовлетворительн	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Знать	Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения.	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной	Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных
Уметь	Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.	Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.
Владеть	Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.	Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.	Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.

2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета

Тема курсовой работы:

Нелинейные эффекты в оптических волокнах

Задания курсовой работы

1. Оценка влияния материальной и волноводной дисперсии на распространение оптического импульса в оптическом волокне
2. Расчет характеристик вынужденного комбинационного рассеяния света в оптических волокнах
3. Расчет характеристик вынужденного рассеяния Манделштам-Бриллюэна в оптических волокнах

Вопросы к защите КР:

Компетенция УК-2:

1. Факторы, влияющие на распространение оптического импульса в оптическом волокне
2. Что такое материальная дисперсия?
3. Что такое волноводная дисперсия?

4. Что такое поляризационно-модовая дисперсия?
 5. Что такое межмодовая дисперсия?
 6. Как материальная и волноводная дисперсии совместно влияют на распространение импульса в волокне?
 7. Причины возникновения вынужденного комбинационного рассеяния в оптическом волокне
 8. Основные характеристики ВКР в оптическом волокне
- Компетенция ПК-2, ПК-4:
9. Рассчитайте интенсивность ВКР в оптическом волокне
 10. Рассчитайте спектр ВКР в оптическом волокне
 11. Влияние ВКР на распространение оптического импульса в оптическом волокне
 12. Что такое вынужденное рассеяние Манделъштам-Бриллюэна?
 13. Условия развития ВРМБ в оптических волокнах
 14. Характеристики ВРМБ в оптических волокнах
 15. Расчет характеристик вынужденного рассеяния Манделъштам-Бриллюэна в оптических волокнах
 16. Какие устройства ВОЛС работают на основе явления ВРМБ? Каков их принцип работы?

Примерный перечень вопросов к экзамену

Компетенция УК-2:

1. Закономерности распространения волн в волоконных световодах
2. Виды оптической дисперсии в оптических волокнах
3. Особенности фазовой самомодуляции волн в оптическом волокне
4. Как можно возбудить в нелинейной среде оптический солитон?
5. Применение оптических солитонов в оптических системах связи
6. Методы компрессии оптических импульсов в оптических волокнах
7. Вред и польза вынужденного комбинационного рассеяния света в оптическом волокне
8. ВКР-усилители и ВКР-лазеры для оптических систем связи
9. Условия возбуждения вынужденного рассеяния Манделъштам-Бриллюэна в оптическом волокне
10. ВРМБ-усилители и ВРМБ-лазеры для оптических систем связи
11. Параметрические процессы в оптических волокнах
12. Назовите тепловые механизмы оптической нелинейности
13. Виды нелинейно-оптических эффектов в средах без центра симметрии
14. Генерация второй оптической гармоники в пространственно-периодических структурах
15. Классификация четырехволновых процессов в оптических волокнах.
16. Волоконные ВРМБ-лазеры и ВРМБ-усилители. Применение в оптических системах связи
17. Параметрические процессы в оптических волокнах. Четырехволновое смешение
18. Генерация второй гармоники в оптических волокнах. Условия фазового квазисинхронизма

Компетенция ПК-2, ПК-4:

1. Характеристики волоконных световодов
2. Оптические потери в волоконных световодах
3. Хроматическая дисперсия в оптических средах
4. Моды оптического волокна
5. Основное уравнение распространения излучения в оптическом волокне
6. Двулучепреломление в оптических волокнах
7. Волноводная дисперсия
8. Поляризационно-модовая дисперсия
9. Дисперсионное уширение импульсов
10. Фазовая самомодуляция волны в оптическом волокне
11. Модуляционная неустойчивость
12. Оптические солитоны. Распространение солитонов в оптическом волокне
13. Сжатие оптических импульсов в волоконных световодах
14. Фазовая кросс-модуляция
15. Оптический эффект Керра
16. Вынужденное комбинационное рассеяние в оптических волокнах
17. Волоконные ВКР-лазеры. Применение в оптических системах связи
18. Вынужденное рассеяние Манделъштам-Бриллюэна

Примерные практические задачи (задания) и ситуации:

Компетенция УК-2:

1. Вычислите период волоконной брэгговской решетки, отражающей свет в области длины 1,5 мкм. Порядок дифракции равен 1. Средний показатель преломления сердцевины волокна взять равным 1,48.
2. Какой показатель преломления должен быть у вещества, чтобы в результате однократного полного внутреннего отражения на его границе с воздухом линейно-поляризованный свет с азимутом поляризации 45° преобразовывался в циркулярно-поляризованный?
3. Волоконный усилитель может усиливать сигнал мощностью 1 мВт до уровня 1 мВт. Чему равна выходная мощность, когда в тот же усилитель направляется сигнал мощностью 1 мВт? Считайте, что насыщение мощности достигается при 10 мВт.

Компетенция ПК-2, ПК-4:

1. Дисперсия волокна уменьшается экспоненциально с 20 пс/км*нм до 1 пс/км*нм на расстоянии 1 км. Оцените коэффициент сжатия для импульса шириной 1 пс, введенного как фундаментальный солитон в такое волокно с конца, имеющего высокую дисперсию групповой скорости.

2. Определить время прохождения светового импульса через слой прозрачного вещества толщиной 1 см, для которого показатель преломления вблизи средней частоты ω импульса: $n(\omega) = n_0 - A(\omega - \omega_0)$, где $n_0 = 1,5$; $A = \text{const}$, а $\omega_0 = 4 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$ – резонансная частота для атомов вещества. Рассмотреть случай, когда $\omega < \omega_0$, $\omega - \omega_0 \approx 10^{12} \text{ с}^{-1}$, $n(\omega) - n_0 \approx 0,1$; спектральная ширина импульса $\Delta\omega \ll \omega - \omega_0$.

3. Импульс шириной 100 пс с энергией 1 мкДж (генерируемый на длине волны 1,06 мкм) сжимается волоконно-решетчатым компрессором. Оцените максимальный коэффициент сжатия, оптимальную длину волокна и оптимальное расстояние между дифракционными решетками для типичных значений параметров.

1. Закономерности распространения волн в волоконных световодах
2. Виды оптической дисперсии в оптических волокнах
3. Особенности фазовой самомодуляции волн в оптическом волокне
4. Как можно возбудить в нелинейной среде оптический солитон?
5. Применение оптических солитонов в оптических системах связи
6. Методы компрессии оптических импульсов в оптических волокнах
7. Вред и польза вынужденного комбинационного рассеяния света в оптическом волокне
8. ВКР-усилители и ВКР-лазеры для оптических систем связи
9. Условия возбуждения вынужденного рассеяния Манделъштам-Бриллюэна в оптическом волокне
10. ВРМБ-усилители и ВРМБ-лазеры для оптических систем связи
11. Параметрические процессы в оптических волокнах
12. Назовите тепловые механизмы оптической нелинейности
13. Виды нелинейно-оптических эффектов в средах без центра симметрии
14. Генерация второй оптической гармоники в пространственно-периодических структурах
15. Классификация четырехволновых процессов в оптических волокнах. Фотоиндуцированное рассеяние света

Образец экзаменационного билета:

1. Вопрос Закономерности распространения волн в волоконных световодах (компетенция УК-2)
2. Вопрос Вынужденное комбинационное рассеяние в оптических волокнах (компетенция ПК-2, ПК-4).
3. Задача (задание) Дисперсия волокна уменьшается экспоненциально с 20 пс/км*нм до 1 пс/км*нм на расстоянии 1 км. Оцените коэффициент сжатия для импульса шириной 1 пс, введенного как фундаментальный солитон в такое волокно с конца, имеющего высокую дисперсию групповой скорости. (компетенция (УК-2, ПК-2, ПК-4).

Образец экзаменационного билета

Дальневосточный государственный университет путей сообщения		
Кафедра (к911) Физика и теоретическая механика 2 семестр, 2024-2025	Экзаменационный билет № Нелинейные эффекты в волоконной оптике Направление: 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика Направленность (профиль): Физика и техника оптической связи	Утверждаю» Зав. кафедрой Пячин С.А., профессор 25.04.2024 г.
Вопрос Закономерности распространения волн в волоконных световодах (УК-2)		
Вопрос Виды оптической дисперсии в оптических волокнах. (ПК-2,ПК-4)		

Задача (задание) Дисперсия волокна уменьшается экспоненциально с 20 пс/км*нм до 1 пс/км*нм на расстоянии 1 км. Оцените коэффициент сжатия для импульса шириной 1 пс, введенного как фундаментальный солитон в такое волокно с конца, имеющего высокую дисперсию групповой скорости. (ПК-2, ПК-4, УК-2)

Примечание. В каждом экзаменационном билете должны присутствовать вопросы, способствующих формированию у обучающегося всех компетенций по данной дисциплине.

3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.

Тема курсовой работы:

Нелинейные эффекты в оптических волокнах

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 Манделштам-Бриллюэна в оптических волокнах

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между балльной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

Объект оценки	Показатели оценивания результатов обучения	Оценка	Уровень результатов обучения
Обучающийся	60 баллов и менее	«Неудовлетворительно»	Низкий уровень
	74 – 61 баллов	«Удовлетворительно»	Пороговый уровень
	84 – 75 баллов	«Хорошо»	Повышенный уровень
	100 – 85 баллов	«Отлично»	Высокий уровень

4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворительн	Удовлетворитель	Хорошо	Отлично
	Не зачтено	Зачтено	Зачтено	Зачтено
Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)	Полное несоответствие по всем вопросам.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли	Полное несоответствие критерию.	Значительное несоответствие критерию.	Незначительное несоответствие критерию.	Соответствие критерию при ответе на все вопросы.

Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы	Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы	Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.).	Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы.	Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы.
Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы	Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.	Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.	Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.	Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер.
Качество ответов на дополнительные вопросы	На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы.	Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно.	. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя. 2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя.	Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.

Оценка ответа обучающегося при защите курсовой работы/курсового проекта

Элементы оценивания	Содержание шкалы оценивания			
	Неудовлетворитель	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Соответствие содержания КР/КП методике расчета (исследования)	Полное несоответствие содержания КР/КП поставленным целям или их отсутствие.	Значительные погрешности.	Незначительные погрешности.	Полное соответствие.
Качество обзора литературы	Недостаточный анализ.	Отечественная литература.	Современная отечественная литература.	Новая отечественная и зарубежная литература.
Творческий характер КР/КП, степень самостоятельности в разработке	Работа в значительной степени не является самостоятельной.	В значительной степени в работе использованы выводы, выдержки из других авторов без ссылок на них.	В ряде случаев отсутствуют ссылки на источник информации.	Полное соответствие критерию.

Использование современных информационных технологий	Современные информационные технологии, вычислительная техника не были использованы.	Современные информационные технологии, вычислительная техника использованы слабо. Допущены серьезные ошибки в расчетах.	Имеют место небольшие погрешности в использовании современных информационных технологий, вычислительной техники.	Полное соответствие критерию.
Качество графического материала в КР/КП	Не раскрывают смысл работы, небрежно оформлено, с большими отклонениями от требований ГОСТ, ЕСКД и др.	Не полностью раскрывают смысл, есть существенные погрешности в оформлении.	Не полностью раскрывают смысл, есть погрешность в оформлении.	Полностью раскрывают смысл и отвечают ГОСТ, ЕСКД и др.
Грамотность изложения текста КР/КП	Много стилистических и грамматических ошибок.	Есть отдельные грамматические и стилистические ошибки.	Есть отдельные грамматические ошибки.	Текст КР/КП читается легко, ошибки отсутствуют.
Соответствие требованиям, предъявляемым к оформлению КР/КП	Полное не выполнение требований, предъявляемых к оформлению.	Требования, предъявляемые к оформлению КР/КП, нарушены.	Допущены незначительные погрешности в оформлении КР/КП.	КР/КП соответствует всем предъявленным требованиям.
Качество доклада	В докладе не раскрыта тема КР/КП, нарушен регламент.	Не соблюден регламент, недостаточно раскрыта тема КР/КП.	Есть ошибки в регламенте и использовании чертежей.	Соблюдение времени, полное раскрытие темы КР/КП.
Качество ответов на вопросы	Не может ответить на дополнительные вопросы.	Знание основного материала.	Высокая эрудиция, нет существенных ошибок.	Ответы точные, высокий уровень эрудиции.

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.