

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности
А.А.Панфилов

« 02 » 09 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Профиль подготовки "Мобильные и Интернет-технологии"

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Се- местр	Трудоемкость, зач. ед./ час	Лекции, час	Практические занятия, час	Лаб. работы, час	СРС, час	Форма промежуточной атте- стации (экзамен/зачет/зачет с оцен- кой)
5	4 /144	36	–	18	90	Зачет с оценкой
Итого	4 /144	36	–	18	90	Зачет с оценкой

Владимир, 2019 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Математическое моделирование» является ознакомление с физическими основами решения прикладных задач нелинейной оптики. Здесь следует выделить разработки в области создания новых волоконных лазеров, основанных на эффекте комбинационного рассеяния света, устройств по сжатию световых импульсов, генерации оптических солитонов.

Задачи дисциплины:

- составление математических моделей для описания, анализа и численного моделирования при описании распространения оптического излучения в нелинейных средах, в том числе – на примере оптических волокон;
- выполнение компьютерного моделирования по решению нелинейных уравнений распространения оптических волновых пакетов в различных средах;
- анализ поставленной проектной задачи из области нелинейной волоконной оптики на основе изучения литературных и патентных источников;
- расчет технологических нормативов на расход оптических материалов и инструментов, выбор типового оборудования для постановки лазерного эксперимента по распространению оптических волновых пакетов в нелинейных средах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательным дисциплинам.

Изучение дисциплины предполагает наличие у студентов фундаментальных математических знаний, основанных на курсах «Дифференциальные уравнения», «Уравнения математической физики», «Численные методы», а также навыков программирования, которые могут быть получены в рамках дисциплин «Алгоритмы и анализ сложности», «Языки и методы программирования», «Объектно-ориентированное программирование».

Знания, полученные в рамках изучения данной дисциплины, могут быть применены для написания выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	частично	Знать: обладает базовыми знаниями, полученными в области математических и (или) естественных наук Уметь: умеет использовать базовые знания из области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности Владеть: имеет навыки выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических
ОПК-3	частично	Знать: методы теории алгоритмов; методы системного и прикладного программирования; принципы и методологии тестирования программного обеспечения; Уметь: соотносить знания в области программирования; определять и составлять информационные ресурсы глобальных сетей, образовательного контента, средств тестирования систем; Владеть: навыки разработки программного обеспечения; навыки выполнения математического моделирования от анализа постановки задачи до анализа результатов;

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				лекции	практ. занятия	лаб. работы	СРС		
1	Распространение волн и волновых пакетов в оптических средах	7	1-2	4	-	5	12	7/77	
2	Преобразования и управление светом в волновых световодах	7	3	2	-	-	7	1/50	
3	Нелинейные эффекты в оптических световодах	7	4-6	6	-	-	14	3/50	Рейтинг-контроль №1
4	Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).	7	7	2	-	4	7	5/83	
5	Передача информации в волоконных системах связи.	7	8-9	4	-	-	7	2/50	
6	Оптические солитоны	7	10-11	4	-	4	7	6/75	Рейтинг-контроль №2
7	Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов	7	12-13	4	-	-	6	2/50	
8	Волоконные лазеры.	7	14	2	-	5	9	6/85	
9	Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков.	7	15-16	4	-	-	7	2/50	
10	Микроскопическая теория нелинейных восприимчивостей.	7	17-18	4	-	-	16	2/50	Рейтинг-контроль №3
	Наличие в дисциплине КП/КР								
	Всего	7	18	36	-	18	90	36/66	Зачет с оценкой

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Влияние нелинейно-дисперсионных эффектов на распространения световых импульсов в оптических средах.

1.1. Волоконные световоды: изготовление и материалы .

1.2 Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости.

1.3 Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.

Раздел 2. Численные методы анализа нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).

2.1. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).

2.2 Метод расщепления по физическим факторам.

2.3 Случай сверхкоротких импульсов: нестационарные нелинейно-дисперсионные эффекты.

Раздел 3. Моделирование процессов распространения лазерного излучения в дисперсионно-нелинейных средах.

3.1 Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией.

3.2 Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией и нелинейностью.

- 3.1 Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией.
- 3.2 Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией и нелинейностью.
- 3.3 Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии.
- 3.4 Образование ударной волны огибающей.

Раздел 4. Системы генерации и нелинейного преобразования лазерных сигналов.

- 4.1 Вынужденное рассеяние Мандельштама Бриллюэна.
- 4.2 ВРМБ-лазеры.
- 4.3 Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
- 4.4 Передача информации на оптических солитонах.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

- Л.Р.№1. «Расчет параметров волоконных световодов.» (4 ч).
Л.Р.№2. Изучение дисперсных характеристик в волоконных световодах.» (4 ч).
Л.Р.№3. "Моделирование уравнение распространения в чистом дисперсионном режиме" (6 ч).
Л.Р.№4. «Моделирование распространения оптических импульсов в дисперсионно-нелинейной среде» (6 ч).
Л.Р.№5. Моделирование образования ударной волны огибающей (6 ч).
Л.Р.№6. Моделирование образования оптических солитонов (10 ч).

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «*МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ*» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема № 3.3);*
- *Групповая дискуссия (тема №2.3);*
- *Анализ ситуаций (тема № 1.1);*
- *Применение имитационных моделей (тема № 2.3);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема №4.2);*
- *Другое.*

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости проводится по всем видам занятий с использованием рейтинговой системы.

6.1 . Примерный перечень вопросов к зачету с оценкой

1. Уравнения Максвелла. Основное уравнение распространения.
2. Физические характеристики оптических сред: коэффициенты преломления и поглощения.
3. Волоконные световоды: изготовление и материалы.
4. Оптические импульсы. Модели световых импульсов.
5. Оптические потери в световодах.
6. Вынужденное комбинационное рассеяние.
7. Вынужденное рассеяние Мандельштама Бриллюэна.
8. Динамика волны накачки и стоксовой волны при вынужденном рассеянии Мандельштама-Бриллюэна. Порог ВРМБ.
9. Экспериментальное наблюдение вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Волоконные ВРМБ-лазеры.
10. Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости.
11. Преобразование формы и спектра импульса в дисперсионных средах.
12. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.
13. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).
14. Фазовая кросс-модуляция (ФКМ), фазовая самомодуляция (ФСМ).
15. Самофокусировка оптических импульсов.

16. Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии.
17. Передача информации в волоконных системах связи.
18. Нелинейные эффекты высших порядков. Образование ударной волны огибающей.
19. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
20. Взаимодействие оптических солитонов.
21. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
22. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
23. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов; генерация второй гармоники (ГВГ).
24. Параметрическое усиление коротких импульсов.
25. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны.
26. Метод обратной задачи рассеяния при решении НУШ.
27. Волоконные лазеры.

6.2. Вопросы для рейтинг-контролей

Рейтинг-контроль № 1

1. Физические характеристики оптических сред: коэффициенты преломления и поглощения.
2. Оптические потери в световодах.
3. Вынужденное комбинационное рассеяние.
4. Вынужденное рассеяние Мандельштама Бриллюэна.
5. Динамика волны накачки и стоксовой волны при вынужденном рассеянии Мандельштама-Бриллюэна. Порог ВРМБ.
6. Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости.
7. Преобразование формы и спектра импульса в дисперсионных средах.
8. Самофокусировка оптических импульсов.
9. Нелинейные эффекты высших порядков. Образование ударной волны огибающей.
10. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.

Рейтинг-контроль № 2

1. Нелинейное уравнение Шрёдингера (НУШ).
2. Обобщённое нелинейное уравнение Шрёдингера.
3. Уравнение Гинзбурга-Ландау.
4. Фазовая кросс-модуляция (ФКМ), фазовая самомодуляция (ФСМ).
5. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
6. Метод обратной задачи рассеяния при решении НУШ.
7. Фурье-метод расщепления по физическим факторам. Общие принципы.
8. Нормировка нелинейного уравнения Шрёдингера.
9. Коммутатор Бейкера-Хаусдорфа.

Решение НУШ разностными методами.

Рейтинг-контроль № 3

1. Уравнения Максвелла. Основное уравнение распространения.
2. Волоконные световоды: изготовление и материалы.
3. Оптические импульсы. Модели световых импульсов.
4. Экспериментальное наблюдение вынужденного рассеяния Мандельштама-Бриллюэна. Волоконные ВРМБ-лазеры.
5. Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии.
6. Передача информации в волоконных системах связи.
7. Взаимодействие оптических солитонов.
8. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
9. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
10. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов; генерация второй гармоники (ГВГ).
11. Параметрическое усиление коротких импульсов.
12. Волоконные лазеры.

6.3. Вопросы к самостоятельной работе студента

1. Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.
2. Взаимодействие оптических солитонов.
3. Сжатие оптических импульсов: волоконно-решетчатые компрессоры.
4. Сжатие оптических импульсов: компрессоры на многосолитонном сжатии.
5. Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов; генерация второй гармоники (ГВГ).
6. Параметрическое усиление коротких импульсов.
7. Генерация суммарных и разностных частот. Параметрические солитоны.
8. Метод обратной задачи рассеяния при решении НУШ.

9. Волоконные лазеры.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ	2015		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html
Борисов А.Б., Киселев В.В, Квазиодномерные магнитные солитоны [Электронный ресурс] - М. : ФИЗМАТЛИТ	2014		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html
Физика. От теории к практике. В 2 кн. Кн. 1: Механика, оптика, термодинамика [Электронный ресурс] / Бёрд Дж. - М.: ДМК Пресс	2016		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200764.html
Дополнительная литература			
К теории двумерных и трехмерных систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] / А.Г. Барский. - М. : Логос	2015		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048078.html
Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений [Электронный ресурс] / Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семёнов А.Ю. - М. : ФИЗМАТЛИТ,	2012		http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111980.html

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.* Практические/лабораторные работы проводятся в (511-3, 100-3,1226-3,106-3);

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения система математических и инженерных расчётов MATLAB.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».
Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ Прохоров А. В.



Рецензент (представитель работодателя) Ген. директор ООО «ФС Сервис» Квасов Д.С.
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол № 1 от 02.09.2019 года.

Заведующий кафедрой _____

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 02.03.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»

Протокол № 1 от 02.09.2019 года.

Председатель комиссии _____

(ФИО, подпись)

Аракелян С.М.

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____