

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

« 03 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость (зач. ед./ час)	Лекции (час)	Практические занятия (час)	Лаб. работы (час)	СРС (час)	Форма контроля (экз./зач.)
7	6/216	36	—	36	108	Экзамен (36 ч.), КР
Итого	6/216	36	—	36	108	Экзамен (36 ч.), КР

Владимир, 2018

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 вариативной части ОПОП.

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. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины частично формируются следующие компетенции:

ОПК-1 способность использовать базовые знания естественных наук, математики и информатики, основные факты, концепции, принципы теорий, связанных с прикладной математикой и информатикой;

ОПК-3 способность к разработке алгоритмических и программных решений в области системного и прикладного программирования, математических, информационных и имитационных моделей, созданию информационных ресурсов глобальных сетей, образовательного контента, прикладных баз данных, тестов и средств тестирования систем и средств на соответствие стандартам и исходным требованиям;

ПК-2 способностью понимать, совершенствовать и применять современный математический аппарат.

В результате освоения дисциплины обучающийся демонстрирует следующие результаты образования:

ЗНАТЬ	УМЕТЬ	ВЛАДЕТЬ
<p>основные понятия, факты, концепции, принципы теорий естественных наук, математики и информатики; базовый математический аппарат связанный с прикладной математикой и информатикой; базовый и продвинутый математический аппарат связанный с прикладной математикой и информатикой. (ОПК-1)</p>	<p>выполнять стандартные действия, решать типичные задачи с учетом основных понятий и общих закономерностей, формулируемых в рамках базовых дисциплин математики, информатики и естественных наук; понимать и применять на практике компьютерные технологии для решения различных задач; понимать и применять на практике основные компьютерные технологии для решения различных задач; (ОПК-1)</p>	<p>навыками работы с учебной литературой по основным естественнонаучным и математически дисциплинам; навыками решения практических задач, базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, связанных с прикладной математикой и информатикой; хорошо владеет навыками решения практических задач, базовыми знаниями естественных наук, математики и информатики, связанных с прикладной математикой и информатикой. (ОПК-1)</p>
<p>принципы работы и программирования в глобальных компьютерных сетях; синтаксис и семантику алгоритмических конструкций языков программирования высокого уровня и СУБД; базовые структуры данных, средства компьютерной графики основные численные алгоритмы. (ОПК-3)</p>	<p>разрабатывать математические и информационные модели и алгоритмы для решения прикладных задач; использовать дополнительные пакеты, средства компьютерной графики и библиотеки при программировании. (ОПК-3)</p>	<p>навыками работы с системным и прикладным обеспечением для решения задач математического моделирования в своей предметной области, а также современным программным обеспечением, средствами тестирования, верификации и документации ОП; навыками применения стандартных программных средств на базе математических моделей в конкретных предметных областях; навыками низкоуровневого программирования элементов компьютерной графики, а также навыками разработки, проектирования и тестирования программного обеспечения. (ОПК-3)</p>
<p>основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата; основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с ис-</p>	<p>применять и совершенствовать современный математический аппарат при решении научно-практических задач прикладной математики и информатики; применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу</p>	<p>инструментарием для решения математических задач в области прикладной математики и информатики; инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и ма-</p>

пользованием современного математического аппарата; основные понятия дисциплины, её методы, место и роль в решении научно-практических задач с использованием современного математического аппарата; (ПК-2)	взаимосвязей процессов и построению математических моделей; применять функционально-логическую методологию математики к системному анализу взаимосвязей процессов и построению математических моделей. (ПК-2)	тематических моделей процессов и явлений; инструментарием формально-логической концепции математики для идеализации и системного анализа связей при построении физических и математических моделей процессов и явлений; (ПК-2)
--	--	---

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 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	семинары	практич. занятия	лаб. работы	контр. работы	СРС			КП/КР
1	Распространение волн и волновых пакетов в оптических средах	7	1-2	4	-	-	10	-	14	-	7/50	
2	Преобразования и управление светом в волновых световодах	7	3	2	-	-	-	-	6	-	1/50	
3	Нелинейные эффекты в оптических световодах	7	4-6	6	-	-	-	КР №1	15	-	3/50	Рейтинг-контроль №1
4	Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).	7	7	2	-	-	8	-	6	-	5/50	
5	Передача информации в волоконных системах связи.	7	8-9	4	-	-	-	-	6	-	2/50	
6	Оптические солитоны	7	10-11	4	-	-	8	КР №2	16	-	6/50	Рейтинг-контроль №2
7	Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов	7	12-13	4	-	-	-	-	5	-	2/50	
8	Волоконные лазеры.	7	14	2	-	-	10	-	10	-	6/50	
9	Некэрровские оптические среда и нелинейности высших порядков.	7	15-16	4	-	-	-	-	15	-	2/50	
10	Микроскопическая теория нелинейных восприимчивостей.	7	17-18	4	-	-	-	КР №3	15	-	2/50	Рейтинг-контроль №3
	Всего			36	-	-	36	+	108	-	36/50	Экзамен 36ч.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ КУРС

Семестр 7

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.

3.3 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 Манделъштама Бриллюэна.

4.2 ВРМБ-лазеры.

4.3 Оптические солитоны: фундаментальные солитоны и солитоны высших порядков.

4.4 Передача информации на оптических солитонах.

Лабораторный практикум.

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

5.1. Активные и интерактивные формы обучения.

С целью формирования и развития профессиональных навыков студентов в учебном процессе используются активные и интерактивные формы проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой: контрольные аудиторные работы, индивидуальные домашние работы.

Объем занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 36 часов (50%), контрольные работы 6 часов на лабораторных занятиях.

5.2. Самостоятельная работа студентов.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа студентов включает закрепление теоретического материала при подготовке к выполнению контрольных заданий, составление конспекта лекций по предложенным темам. Основа самостоятельной работы - изучение литературы по рекомендованным источникам и конспекту лекций, решение выданных задач, подготовка и отчет по лабораторным работам.

5.3. Мультимедийные технологии обучения.

Некоторые из лекционных и лабораторных занятий проводятся в виде презентаций в мультимедийной аудитории (например, ауд. 430-3, 420-3) с использованием компьютерного проектора. Студентам предоставляется компьютерный курс лекций. Компьютерные технологии используются для оформления лабораторных работ.

5.4 Лекции приглашенных специалистов.

В рамках учебного курса планируются лекции приглашенных специалистов из Института спектроскопии РАН (г.Москва).

5.5. Рейтинговая система обучения

Рейтинг-контроль проводится три раза за семестр. Он предполагает оценку суммарных баллов по следующим составляющим: баллы на контрольных занятиях; качество выполнения домашних типовых заданий, рассматриваемых на практических занятиях. Распределение баллов по контрольным мероприятиям определяется лектором, ведущим дисциплину.

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 . Экзаменационные вопросы

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 Шрёдингера (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.

6.4 Примерные темы курсовых работ

1. Вихревые оптические пучки.
2. Проектирование высокочастотных линий связи на основе оптических вихрей.
3. Оптические среды с гигантскими нелинейностями.
4. Микроструктурированные оптические среды и оптические решетки.
5. «Правые» и «Левые» оптические среды.
6. Соотношение Крамерса-Кронига.
7. Практический расчет нелинейных восприимчивостей.
8. Шредингеровские солитоны.
9. Фемтосекундные солитоны.
10. Оптические линии связи. RZ- формат кодирования сигналов.
11. Темные солитоны.
12. Системы с мультиплексированием по длинам волн.
13. Некерровские оптические среды и нелинейности высших порядков.
14. Метод малых возмущений.
15. Диссипативные оптические солитоны.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

п/п	Название и выходные данные (автор, вид издания, издательство, издания, количество страниц)	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3
Основная литература		
1	Численные методы [Электронный ресурс] / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. - 8-е изд. (эл.). - М. : БИНОМ, 2015. - (Классический университетский учебник).	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996326167.html
2	Борисов А.Б., Киселев В.В, Квазиодномерные магнитные солитоны [Электронный ресурс] - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014. -.ISBN 978-5-9221-1590-2.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922115902.html
3	Физика. От теории к практике. В 2 кн. Кн. 1: Механика, оптика, термодинамика [Электронный ресурс] / Бёрд Дж. - М.: ДМК Пресс, 2016. - (Серия "Карманный справочник"). - ISBN9785941200764	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785941200764.html
Дополнительная литература		
1	К теории двумерных и трехмерных систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] / А.Г. Барский. - М. : Логос, 2015. - ISBN 978-5-98704-807-8.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048078.html
2	Математические вопросы численного решения гиперболических систем уравнений [Электронный ресурс] / Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семёнов А.Ю. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012. - ISBN 978-5-9221-1198-0.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922111980.html
3	Лекции по теории вероятностей и математической статистике [Электронный ресурс]: учебник / Прохоров Ю.В., Пономаренко Л.С. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Издательство Московского государственного университета, 2012. - (Классический университетский учебник). - ISBN 978-5-211-06234-4.	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785211062344.html

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- аудитории для проведения лекционных, практических и лабораторных занятий, оснащённые современными персональными компьютерами, объединёнными в локальную вычислительную сеть и укомплектованными необходимым системным программным обеспечением (511-3, 100-3, 1226-3, 106-3);
- система математических и инженерных расчётов MATLAB;
- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 430-3, 420-3);
- электронные записи лекций.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Рабочую программу составил доцент кафедры ФиПМ Прохоров А. В. _____

Рецензент

(представитель работодателя) _____

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Ген. директор ООО "РС Сервис" Квасов Д.С. _____

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ
Протокол № 1 от 03.09.2018 года.

Заведующий кафедрой _____ Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика
Протокол № 1 от 03.09.2018 года.

Председатель комиссии _____ Аракелян С.М.
(ФИО, подпись)

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 _____