

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

« 31 » 08 2020г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Профиль подготовки "Математическое и компьютерное моделирование,
программирование и системный анализ"

Уровень высшего образования бакалавриат

Форма обучения очная

Семестр	Трудоем- кость, зач. ед./ час	Лекции, час	Практические занятия, час	Лаб. работы, час	СРС, час	Форма промежуточной атте- стации (экзамен/зачет/зачет с оцен- кой)
7	6 /216	36	—	36	117	Экзамен (27 ч.), КР
Итого	6 /216	36	—	36	117	Экзамен (27 ч.), КР

Владимир, 2020 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 освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ПК-4	частично	Знать: навыки выполнения математического моделирования от анализа постановки задачи до анализа результатов; Уметь: применять методы проведения экспериментов; применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; Владеть: навыки сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний; навыки проведения маркетинговых исследований научно-технической информации;
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 знаний
ОПК-2	частично	Знать: расширенные знания в области математики; математические основы, основные положения и концепции в области программирования; архитектура языков программирования; основная терминология в области программного обеспечения; Уметь: умеет осуществлять обоснованный выбор математических и компьютерных методов, а также необходимого программного обеспечения при решении задач профессиональной деятельности; Владеть: имеет навыки применения данных методов и программного обеспечения при решении конкретных задач;
ОПК-3	частично	Знать: принципы математического моделирования; типовые (универсальные) математические модели, формулы, теоремы и методы, используемые в широком наборе областей применения прикладной математики; Уметь: осуществлять обоснованный выбор адекватных поставленной задаче базовых математических моделей; модифицировать базовые и (или) разрабатывать оригинальные математические модели в соответствии со спецификой поставленной задачи моделирования; Владеть: навыки выполнения математического моделирования от анализа постановки задачи до анализа результатов;
УК-1	частично	Знать: правила оформления ссылок на библиографические описания; основные философские понятия и теории, связанные с описанием устройства окружающего мира, а также их связь с законами и принципами развития, формулируемыми общественно-гуманитарными, естественными и техническими науками; Уметь: выделять базовые составляющие задачи; осуществлять декомпозицию задачи; соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности; формулировать альтернативные подходы к решению задач в рамках выбранных видов профессиональной деятельности, в том числе на основе обобщения законов и методов различных наук, результатов из информационных источников; Владеть: опыт использования индуктивного и дедуктивного подходов к решению задач; практический опыт работы с информационными источниками; навыки использования диалектического метода познания при анализе и синтезе информации различной природы и в различном контексте;
УК-2	Частично	Знать: общие принципы проектного подхода к решению задач; необходимые для осуществления профессиональной деятельности правовые нормы; Уметь: формулировать позволяющие достичь цели проекта взаимосвязанные задачи; определять достижимые ожидаемые результаты решения поставленных задач; Владеть: практический опыт реализации проекта как совокупности взаимосвязанных задач; опыт реализации проекта в условиях технических, организационных и ресурсных ограничений;
УК-4	Частично	Знать: правила грамматики, нормы употребления лексики и фонетики государственного и иностранного языков в объеме, необходимом для составления и перевода профессиональных текстов;

		<p>Уметь:</p> <p>выражать свои мысли на государственном языке в ситуации деловой коммуникации;</p> <p>вести общение в духе взаимного уважения и соблюдения этических и юридических норм;</p> <p>Владеть: навыки перевода профессиональных текстов с иностранного на государственный язык и обратно;</p> <p>опыт публичного выступления, представления материалов по заданной теме на государственном и иностранном языках;</p>
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

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	практ. занятия	лаб. работы	СРС		
1	Распространение волн и волновых пакетов в оптических средах	7	1-2	4	-	10	12	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	-	-	13	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	6	6/50	Рейтинг-контроль №2
7	Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов	7	12-13	4	-	-	5	2/50	
8	Волоконные лазеры.	7	14	2	-	10	8	6/50	
9	Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков.	7	15-16	4	-	-	6	2/50	
10	Микроскопическая теория нелинейных восприимчивостей.	7	17-18	4	-	-	15	2/50	Рейтинг-контроль №3
	Наличие в дисциплине КП/КР								+
	Всего	7	18	36	-	36	117	36/50	Экзамен 27 ч.

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.

3.3 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 практических/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 экзаменационных вопросов

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 высокоемких 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 среда и нелинейности высших порядков.
14. Метод малых возмущений.
15. Диссипативные оптические солитоны.

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 ги-	2012		http://www.student

перболических систем уравнений [Электронный ресурс] / Куликовский А.Г., Погорелов Н.В., Семёнов А.Ю. - М. : ФИЗМАТЛИТ,

library.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 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

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 31.08.2020 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 31.08.2020 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 _____