

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)

Институт прикладной математики, физики и информатики
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

К.С. Хорьков

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

направление подготовки / специальность

01.03.02 Прикладная математика и информатика
(код и наименование направления подготовки (специальности))

направленность (профиль) подготовки

Математическое и компьютерное моделирование, программирование и системный анализ
(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир
Год 2021

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

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к обязательным дисциплинам.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знать: базовые принципы системного анализа; правила составления аналитических документов; правила оформления ссылок на библиографические описания; Уметь: соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности Владеть: практическим опытом работы с информационными источниками; навыками использования диалектического метода познания при анализе и синтезе информации различной природы и в различном контексте;	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам.
УК-4 Способен осуществлять деловую коммуникацию в	УК-4.1. Знает литературную форму государственного языка, основы устной и письменной коммуникации на иностранном языке, функциональные стили родного языка, требования к деловой коммуникации.	Знать: литературную форму государственного языка РФ; основы устной и письменной коммуникации на иностранном языке;	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к

<p>устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)</p>	<p>УК-4.2. Умеет выражать свои мысли на государственном, родном и иностранном языке в ситуации деловой коммуникации. УК-4.3. Владеет навыками составления текстов на государственном и родном языках, опыт перевода текстов с иностранного языка на родной, опыт общения на государственном и иностранном языках.</p>	<p>требования к деловой коммуникации; Уметь: выражать свои мысли на государственном языке в ситуации деловой коммуникации; выражать свои мысли на иностранном языке в условиях деловой коммуникации; вести общение в духе взаимного уважения и соблюдения этических и юридических норм; Владеть: навыки делового общения на государственном языке РФ с использованием вербальных и невербальных средств; навыки делового общения на иностранном языке с использованием вербальных и невербальных средств; навыки перевода профессиональных текстов с иностранного на государственный язык и обратно;</p>	<p>лабораторным работам.</p>
<p>УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p>	<p>УК-6.1. Знает основные принципы самовоспитания и самообразования, исходя из требований рынка труда. УК-6.2. Умеет эффективно планировать и контролировать собственное время; использовать методы саморегуляции, саморазвития, самообучения. УК-6.3. Владеет способами управления своей познавательной деятельностью и удовлетворения образовательных интересов и потребностей.</p>	<p>Знать: основные понятия и законы экономики, методы экономического планирования; основные закономерности и требования рынка труда; Уметь: оценивать производительность труда; рассчитывать себестоимость продукции в области профессиональной деятельности; Владеть: навыками оценки любых действий в области профессиональной деятельности с экономической точки зрения; навыками планирования рабочего времени и времени на саморазвитие;</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p>
<p>ОПК-1 . Способен применять фундаментальные знания, полученные в области математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности</p>	<p>ОПК-1.1. Знает принципы использования фундаментальных знаний, полученных в области математических и (или) естественных наук. ОПК-1.2. Умеет использовать базовые знания из области математических и (или) естественных наук в профессиональной деятельности. ОПК-1.3. Владеет навыками выбора методов решения задач профессиональной деятельности на основе теоретических знаний.</p>	<p>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</p>	<p>Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p>

альной деятельности			
ОПК-2 . Способен использовать и адаптировать существующие математические методы и системы программирования для разработки и реализации алгоритмов решения прикладных задач	ОПК-2.1. Знает математические основы, основные положения и концепции в области программирования. ОПК-2.1. Умеет осуществлять обоснованный выбор математических и компьютерных методов, а также необходимого программного обеспечения при решении задач профессиональной деятельности. ОПК-2.3. Владеет навыками применения математических и компьютерных методов и программного обеспечения при решении конкретных задач.	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;	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам.
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ОПК-3.1. Знает принципы математического моделирования, типовые (универсальные) математические модели, формулы, теоремы и методы, используемые в широком наборе областей применения прикладной математики. ОПК-3.2. Умеет осуществлять обоснованный выбор адекватных поставленной задаче базовых математических моделей, модифицировать базовые и (или) разрабатывать оригинальные математические модели в соответствии с особенностями поставленной задачи моделирования. ОПК-3.3. Владеет навыками выполнения математического моделирования от анализа постановки задачи до анализа результатов.	Знать: принципы математического моделирования; типовые (универсальные) математические модели, формулы, теоремы и методы, используемые в широком наборе областей применения прикладной математики; Уметь: умеет осуществлять обоснованный выбор адекватных поставленной задаче базовых математических моделей; умеет 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;	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам.
ПК-5. Способен проводить научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки	ПК-5.1. Знает методы и средства планирования и организации исследований и разработок, методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации. ПК-5.2. Умеет применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ,	Знать: методы и средства планирования и организации исследований и разработок; методы проведения экспериментов и наблюдений, обобщения и обработки информации;	Отчёты по лабораторным работам. Контрольные вопросы к лабораторным работам.

по отдельным разделам темы	оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, применять методы проведения экспериментов. ПК-5.3. Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований в соответствующей области знаний, проведения экспериментов в соответствии с установленными полномочиями, составления отчётов (разделов отчётов) по теме или по результатам проведённых экспериментов.	методы организации труда и управления персоналом; Уметь: применять нормативную документацию, связанную с проведением научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; оформлять результаты научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ; применять методы проведения экспериментов; Владеть:	
----------------------------	--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Распространение волн и волновых пакетов в оптических средах.	7	1-2	4	-	10	4	14	
2	Преобразования и управление светом в волновых световодах.	7	3	2	5	-	3	12	
3	Нелинейные эффекты в оптических световодах.	7	4-6	6	4	-	4	18	рейтинг-контроль №1
4	Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ).	7	7	2	-	8	4	12	
5	Передача информации в волоконных системах связи.	7	8-9	4	4	-	2	12	
6	Оптические солитоны.	7	10-11	4	-	8	2	12	рейтинг-контроль №2
7	Параметрическое взаимодействие фемтосекундных импульсов.	7	12-13	4	5	-	3	12	
8	Волоконные лазеры.	7	14	2	-	10	5	13	
9	Некерровские оптические среда и нелинейности высших порядков.	7	15-16	4	-	-	2	12	
10	Микроскопическая теория нелинейных восприимчивостей.	7	17-18	4	-	-	6	18	рейтинг-контроль №3
Всего за 7 семестр:		7	-	36	18	36	35	135	экзамен (27)
Наличие в дисциплине КП/КР		7	-	-	-	-	КР	-	-
Итого по дисциплине		-	-	36	18	36	-	135	экзамен (27), КР

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 занятий по дисциплине

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

Тема.1 Основы теории хроматической дисперсии. Волновые пакеты в диспергирующих средах. Фазовая и групповая скорости. (2ч)

Тема 2. Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды. (2ч.)

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

Тема 3. Нелинейное уравнение Шредингера (НУШ). (2ч)

Тема 4. Метод расщепления по физическим факторам. (4 ч.)

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

Тема 5. Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией. (2ч)

Тема 6. Распространение оптических импульсов в среде с дисперсией и нелинейностью. (2ч)

Раздел 4. Системы генерации и нелинейного преобразования лазерных сигналов.

Тема 7. Несимметрические трансформации импульса. Третье приближение теории дисперсии. (2ч)

Тема 8. Образование ударной волны огибающей. (2ч)

Содержание лабораторных занятий по дисциплине

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

Лабораторная работа №1 «Расчет параметров волоконных световодов.» (4 ч).

Лабораторная работа №2 «Изучение дисперсных характеристик в волоконных световодах» (4 ч).

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

Лабораторная работа №3 «Моделирование уравнение распространения в чистом дисперсионном режиме» (6 ч).

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

Лабораторная работа №4 «Моделирование распространения оптических импульсов в дисперсионно-нелинейной среде» (6 ч).

Раздел 4. Системы генерации и нелинейного преобразования лазерных сигналов.

Лабораторная работа №5 «Моделирование образования ударной волны огибающей» (6 ч).

Лабораторная работа №6 «Моделирование образования оптических солитонов» (10 ч).

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

5.1. Текущий контроль успеваемости

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №1

- 1) Физические характеристики оптических сред: коэффициенты преломления и поглощения.
- 2) Оптические потери в световодах.
- 3) Вынужденное комбинационное рассеяние.
- 4) Вынужденное рассеяние Манделъштама Бриллюэна.
- 5) Динамика волны накачки и стоксовой волны при вынужденном рассеянии Манделъштама-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.
- 11) Нелинейные эффекты в волоконных световодах. Кубичный отклик среды.

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю №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.
- 10) Решение НУШ разностными методами.

Примерный перечень вопросов к рейтинг-контролю № 3

- 1) Уравнения Максвелла. Основное уравнение распространения.
- 2) Волоконные световоды: изготовление и материалы.
- 3) Оптические импульсы. Модели световых импульсов.
- 4) Экспериментальное наблюдение вынужденного рассеяния Манделъштама-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.

5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (экзамен).

Примерный перечень вопросов к экзамену

- 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.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Математическое моделирование» включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) проработку учебного материала по конспектам, учебной и научной литературе, в том числе по вопросам, не рассмотренным на аудиторных занятиях;
- 2) подготовку к лабораторным занятиям;
- 3) подготовку по всем видам контрольных мероприятий, в том числе к текущему контролю знаний и промежуточной аттестации.

Вопросы для самостоятельной работы студентов

- 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 НУЩ.
- 9) Волоконные лазеры.

Курсовая работа

В связи с существенной практической направленностью курса, наибольший вес имеют результаты, полученные студентами в рамках курсового проектирования и самостоятельной работы по её выполнению.

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

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
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
К теории двумерных и трехмерных систем автоматического регулирования [Электронный ресурс] / А.Г. Барский. - М.: Логос	2015	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785987048078.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		
Борисов А.Б., Киселев В.В. Квазиодномерные магнитные солитоны [Электронный ресурс] - М.: ФИЗМАТЛИТ	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/ ISBN9785922115902.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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, лабораторных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории (компьютерном классе) 511б-3 (или аналогичном компьютерном классе в зависимости от сетки расписания).

Используемое лицензионное программное обеспечение: система математических и инженерных расчётов MATLAB.

Рабочую программу составил доц. каф. ФиПМ Прохоров А.В.

(должность, ФИО, подпись)

Рецензент

Генеральный директор ООО «ФС Сервис» Д.С. Квасов

(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФиПМ

Протокол №1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой _____

(ФИО, подпись)

С.М. Аракелян

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Протокол №1 от 30.08.2021 года

Председатель комиссии _____

(ФИО, должность, подпись)

С.М. Аракелян

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ

РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.2021 года

Заведующий кафедрой _____

С.М. Аракелян

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____