

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УМР

_____ Е.В. Коновалова

16 июня 2022 г., протокол УС №6

МОДУЛЬ ДИСЦИПЛИН ПРОФИЛЬНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Основы математического моделирования

рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Прикладной математики
Учебный план	b010302-ПМ-22-4.plx Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА Направленность (профиль): Прикладная математика и информатика
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	9 ЗЕТ

Часов по учебному плану	324	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 8
аудиторные занятия	96	зачеты 7
самостоятельная работа	192	
часов на контроль	36	

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		8 (4.2)		Итого	
	7	8	7	8		
Неделя	17 3/6		10			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	16	16	48	48
Практические	32	32	16	16	48	48
Итого ауд.	64	64	32	32	96	96
Контактная работа	64	64	32	32	96	96
Сам. работа	116	116	76	76	192	192
Часы на контроль			36	36	36	36
Итого	180	180	144	144	324	324

Программу составил(и):

к.ф.-м.н., доцент, Дубовик А.О.

Рабочая программа дисциплины

Основы математического моделирования

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 9)

составлена на основании учебного плана:

Направление 01.03.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль): Прикладная математика и информатика

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 16.06.2022 протокол № 6.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Прикладной математики

Зав. кафедрой к.ф.-м.н., доцент Гореликов А.В.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Формирование у обучающихся знаний основ теории, методов и приложений математического моделирования. Формирование у обучающихся способности осуществлять проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований. Формирование у обучающихся способности осуществлять проведение научно-исследовательских разработок в области математического моделирования и оформлять результаты исследований.
-----	---

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:	Б1.В.01
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	Алгебра и геометрия
2.1.2	Дифференциальные уравнения
2.1.3	Математический анализ
2.1.4	Численные методы
2.1.5	Функциональный анализ
2.1.6	Уравнения математической физики
2.1.7	Программирование на FORTRAN
2.1.8	Программирование на СИ
2.1.9	Основы программирования
2.1.10	Алгоритмы и методы программирования
2.1.11	Основы проектной деятельности
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.2	Производственная практика, преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ПК-2.1: Понимает и анализирует цели и задачи научно-исследовательских разработок

ПК-2.2: Проводит научно-исследовательские разработки по отдельным разделам темы проекта

ПК-2.3: Составляет отчеты по результатам исследований и разработок и оценивает полученные результаты

ПК-1.1: Собирает и обрабатывает научно-техническую информацию с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий

ПК-1.2: Анализирует и обобщает результаты и опыт передовых исследований в соответствующей области знаний

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	основные понятия, основы теории, методы и приложения математического моделирования; основные методы построения математических моделей; основные этапы научно-исследовательской работы по математическому моделированию.
3.2	Уметь:
3.2.1	сбирать и обрабатывать научно-техническую информацию с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий;

3.2.2	анализировать и обобщать результаты и опыт передовых исследований в области математического моделирования;
3.2.3	понимать и анализировать цели и задачи научно-исследовательской работы, проводить научно-исследовательские разработки по отдельным разделам темы проекта, для выполнения которых требуется применение методов математического моделирования;
3.2.4	составлять отчеты по результатам исследований и разработок, оценивать полученные результаты.
3.3	Владеть:
3.3.1	базовыми навыками построения математических моделей физических процессов и применения методов математического моделирования для проведения научно-исследовательской работы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
	Раздел 1. Основные понятия математического моделирования					
1.1	Тема 1. Введение в математическое моделирование. Определение и назначение моделирования. Актуальность математического моделирования для современных научных исследований. Классификация моделей. Основные этапы построения математических моделей. Математическая постановка задачи моделирования. Получение моделей из фундаментальных законов природы и законов сохранения. Вариационные принципы как основа построения моделей. Универсальность математических моделей. Исследование математических моделей. Применение численных методов и реализация математических моделей в виде прикладного программного обеспечения. Вычислительный эксперимент. Адекватность модели. Цели и задачи, предмет и объект научного исследования. Классификация научных исследований. Основные научные направления, требования к теме исследования. Выбор темы научного исследования. Выбор объектов исследования. Основные этапы научно-исследовательской работы. Анализ и систематизации данных в различных источниках научно-технической информации. Организация работы с научной литературой. Поиск и анализ данных в научной литературе. Анализ и систематизация собранных материалов. Выбор и обоснование методов исследования. Выполнение теоретического исследования. Метод математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Анализ и систематизация результатов вычислительного эксперимента. Средства научной визуализации. Оформление результатов исследования. Основные этапы научно-исследовательской работы по математическому моделированию.	7	8	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.7Л3.3 Э1 Э2 Э3	

1.2	<p>Тема 1. Введение в математическое моделирование. Определение и назначение моделирования. Актуальность математического моделирования для современных научных исследований. Классификация моделей. Основные этапы построения математических моделей. Математическая постановка задачи моделирования. Получение моделей из фундаментальных законов природы и законов сохранения. Вариационные принципы как основа построения моделей. Универсальность математических моделей. Исследование математических моделей. Применение численных методов и реализация математических моделей в виде прикладного программного обеспечения. Вычислительный эксперимент. Адекватность модели. Основные этапы научно-исследовательской работы по математическому моделированию. Сбор и обработка научно-технической информации по теме учебного проекта с использованием существующих информационно-коммуникационных технологий. Анализ и обобщение результатов и опыта передовых исследований в области знаний, соответствующей теме учебного проекта. Анализ цели и задачи научно-исследовательских разработок по теме учебного проекта. /Ср/</p>	7	36	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2 Л1.4 Л1.5Л2.3 Л2.7Л3.2 Э1 Э2 Э3	
	Раздел 2. Математические модели физических процессов. Методы построения моделей. Исследование математических моделей.					
2.1	<p>Тема 2. Математические модели классической механики. Принцип наименьшего действия; уравнение Эйлера-Лагранжа; функция Лагранжа; основные свойства функции Лагранжа; принцип относительности Галилея; функция Лагранжа свободной материальной точки; связи и их классификация; функция Лагранжа системы материальных точек; фундаментальные законы сохранения (энергии, импульса, момента); движение в неинерциальной системе отсчета; малые колебания (свободные колебания, вынужденные колебания, затухающие колебания, вынужденные колебания при наличии трения); движение твердого тела (угловая скорость, тензор инерции, момент импульса, уравнения движения твердого тела); функция Гамильтона; уравнения Гамильтона; скобки Пуассона. /Лек/</p>	7	10	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Э1 Э2 Э3	

2.2	Тема 2. Математические модели классической механики. Принцип наименьшего действия; уравнение Эйлера-Лагранжа; функция Лагранжа; основные свойства функции Лагранжа; принцип относительности Галилея; функция Лагранжа свободной материальной точки; связи и их классификация; функция Лагранжа системы материальных точек; фундаментальные законы сохранения (энергии, импульса, момента); движение в неинерциальной системе отсчета; малые колебания (свободные колебания, вынужденные колебания, затухающие колебания, вынужденные колебания при наличии трения); движение твердого тела (угловая скорость, тензор инерции, момент импульса, уравнения движения твердого тела); функция Гамильтона; уравнения Гамильтона; скобки Пуассона. /Пр/	7	16	ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.5 Э1 Э2 Э3	
2.3	Тема 2. Математические модели классической механики. Принцип наименьшего действия; уравнение Эйлера-Лагранжа; функция Лагранжа; основные свойства функции Лагранжа; принцип относительности Галилея; функция Лагранжа свободной материальной точки; связи и их классификация; функция Лагранжа системы материальных точек; фундаментальные законы сохранения (энергии, импульса, момента); движение в неинерциальной системе отсчета; малые колебания (свободные колебания, вынужденные колебания, затухающие колебания, вынужденные колебания при наличии трения); движение твердого тела (угловая скорость, тензор инерции, момент импульса, уравнения движения твердого тела); функция Гамильтона; уравнения Гамильтона; скобки Пуассона. Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. /Ср/	7	40	ПК-1.1 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.2 Л2.5Л3.2 Э1 Э2 Э3	
2.4	Тема 3. Математические модели классической электродинамики. Принцип относительности в СТО; пространство Минковского; преобразование Лоренца; принцип наименьшего действия для движущегося заряда в электромагнитном поле; уравнение движения заряда в электромагнитном поле; 4-потенциал; тензор электромагнитного поля; принцип наименьшего действия для электромагнитного поля; уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла); интегральная форма уравнений Максвелла; плотность и поток энергии электромагнитного поля. /Лек/	7	14	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2	

2.5	Тема 3. Математические модели классической электродинамики. Принцип относительности в СТО; пространство Минковского; преобразование Лоренца; принцип наименьшего действия для движущегося заряда в электромагнитном поле; уравнение движения заряда в электромагнитном поле; 4-потенциал; тензор электромагнитного поля; принцип наименьшего действия для электромагнитного поля; уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла); интегральная форма уравнений Максвелла; плотность и поток энергии электромагнитного поля. /Пр/	7	16	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.4	
2.6	Тема 3. Математические модели классической электродинамики. Принцип относительности в СТО; пространство Минковского; преобразование Лоренца; принцип наименьшего действия для движущегося заряда в электромагнитном поле; уравнение движения заряда в электромагнитном поле; 4-потенциал; тензор электромагнитного поля; принцип наименьшего действия для электромагнитного поля; уравнения электромагнитного поля (уравнения Максвелла); интегральная форма уравнений Максвелла; плотность и поток энергии электромагнитного поля. Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. /Ср/	7	40	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.4Л3.2	
2.7	Математические модели классической механики. Математические модели классической электродинамики. /Контр.раб./	7	0	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.5Л2.1 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3	
2.8	Основные понятия математического моделирования. Математические модели классической механики. Математические модели классической электродинамики. /Зачёт/	7	0	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5	
2.9	Тема 4. Математические модели механики сплошных сред. Основные понятия и уравнения механики сплошной среды (представление движения материального континуума; подходы Лагранжа и Эйлера при изучении движения сплошной среды; кинематика материального континуума; тензор деформаций, тензор скоростей деформаций; тензор напряжений; уравнение неразрывности, уравнение движения, закон сохранения энергии); модели сплошных сред (понятие модели сплошной среды; уравнение состояния; идеальная жидкость (газ); вязкая жидкость; упругая среда; постановка задач механики сплошных сред; начальные и граничные условия.) /Лек/	8	16	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2 Л1.5Л2.6 Э1 Э2 Э3	

2.10	Тема 4. Математические модели механики сплошных сред. Основные понятия и уравнения механики сплошной среды (представление движения материального континуума; подходы Лагранжа и Эйлера при изучении движения сплошной среды; кинематика материального континуума; тензор деформаций, тензор скоростей деформаций; тензор напряжений; уравнение неразрывности, уравнение движения, закон сохранения энергии); модели сплошных сред (понятие модели сплошной среды; уравнение состояния; идеальная жидкость (газ); вязкая жидкость; упругая среда; постановка задач механики сплошных сред; начальные и граничные условия.) /Пр/	8	16	ПК-2.1 ПК-2.2	Л1.2Л2.6Л3.1 Л3.4	
2.11	Тема 4. Математические модели механики сплошных сред. Основные понятия и уравнения механики сплошной среды (представление движения материального континуума; подходы Лагранжа и Эйлера при изучении движения сплошной среды; кинематика материального континуума; тензор деформаций, тензор скоростей деформаций; тензор напряжений; уравнение неразрывности, уравнение движения, закон сохранения энергии); модели сплошных сред (понятие модели сплошной среды; уравнение состояния; идеальная жидкость (газ); вязкая жидкость; упругая среда; постановка задач механики сплошных сред; начальные и граничные условия.) Проведение научно-исследовательской работы по теме учебного проекта. Отчет по результатам исследований и разработок по теме учебного проекта. Оценка полученных результатов исследований и разработок по теме учебного проекта. /Ср/	8	76	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.2Л2.2 Л2.6Л3.1 Л3.2 Л3.4	
2.12	Математические модели механики сплошных сред /Контр.раб./	8	0	ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.2Л2.6Л3.4	
2.13	/Экзамен/	8	36	ПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Представлено отдельным документом

5.2. Темы письменных работ

Представлено отдельным документом

5.3. Фонд оценочных средств

Представлено отдельным документом

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1. Основная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Бредов М. М., Топтыгин И. Н., Румянцев В. В., Топтыгин И. Н.	Классическая электродинамика	Москва: Лань, 2003, электронный ресурс	1
Л1.2	Андреев В. К.	Математические модели механики сплошных сред	Москва: Лань", 2015, электронный ресурс	1
Л1.3	Саталкина Л. В., Пеньков В. Б.	Математическое моделирование: Задачи и методы механики. Учебное пособие	Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013, электронный ресурс	1
Л1.4	Самарский А. А., Михайлов А. П.	Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2005, электронный ресурс	1
Л1.5	Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б., Столбов В.Ю., Трусов П.В., Фрик П.Г.	Введение в математическое моделирование: учебное пособие	Москва: Логос, 2016, электронный ресурс	1
6.1.2. Дополнительная литература				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Айзерман М. А.	Классическая механика: [учебное пособие]	М.: Физматлит, 2005	35
Л2.2	Вержбицкий В. М.	Основы численных методов: учебник для студентов высших учебных заведений	М.: Высшая школа, 2005	19
Л2.3	Марчук Г. И.	Методы вычислительной математики: учебное пособие	СПб. [и др.]: Лань, 2009	10
Л2.4	Алексеев А. И.	Сборник задач по классической электродинамике: учеб. пособие	Москва: Лань, 2008, электронный ресурс	1
Л2.5	Пятницкий Е. С., Ханукаев Ю. И., Трухан Н. М., Яковенко Г. Н.	Сборник задач по аналитической механике	Москва: Физматлит, 2002, электронный ресурс	1
Л2.6	Черняк В. Г., Суетин П. Е.	Механика сплошных сред: Учебное пособие для вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2006, электронный ресурс	1

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.7	Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., Цуранов О.А.	Введение в математическое моделирование: учебно-методическое пособие	Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014, электронный ресурс	1
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Зуева Е.Ю.	Гидростатика. Гидродинамика вязкой жидкости. Практикум с методическими указаниями и решениями	Moscow: Издательский дом МЭИ, 2012, электронный ресурс	2
Л3.2	сост. Бен, Смирнов А.Э.	Математическое моделирование: практикум	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015, электронный ресурс	1
Л3.3	Маюрникова Л. А., Новосёлов С. В.	Основы научных исследований в научно-технической сфере: Учебно-методическое пособие	Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2009, электронный ресурс	1
Л3.4	Кудрявцев А. В., Новикова А. М., Столбихин Ю. В.	Механика жидкости и газа: Методические указания	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно- строительный университет, ЭБС АСВ, 2013, электронный ресурс	1
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Журнал "Вычислительные методы и программирование" научное электронное периодическое издание, http://num-meth.srcc.msu.ru/			
Э2	ARXIV - крупнейший бесплатный архив электронных публикаций научных статей и их препринтов по физике, математике, астрономии, информатике и биологии, http://arxiv.org/			
Э3	Научная электронная библиотека eLibrary, http://elibrary.ru			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
6.3.1.1	Операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office.			
6.3.1.2	Свободное программное обеспечение:			
6.3.1.3	Операционная система Linux;			
6.3.1.4	Компиляторы gcc, clang; gfortran;			
6.3.1.5	Интегрированная среда разработки Eclipse;			
6.3.1.6	Отладчики gdb;			
6.3.1.7	Программное обеспечение для визуализации Gnuplot, Paraview;			

6.3.1.8	Libre office.
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	«Национальная электронная библиотека» нэб.рф
6.3.2.2	Гарант-информационно-правовой портал. http://www.garant.ru/
6.3.2.3	КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. http://www.consultant.ru/
6.3.2.4	Электронные книги Springer Nature (Science, Technology and Medicine Collections) https://link.springer.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (практических занятий), групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска, экран (стационарный или переносной), проектор (стационарный или переносной)). Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно- образовательную среду организации.
-----	--