

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

16 июня 2022 г., протокол УС №6

## МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

### Математическое моделирование рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	<b>Прикладной математики</b>
Учебный план	g010402-МатОбесп-22-1.plx 01.04.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА Направленность (профиль): Математическое и информационное обеспечение систем управления деятельностью предприятий нефтегазовой отрасли
Квалификация	<b>магистр</b>
Форма обучения	<b>очная</b>
Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>

Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 1
аудиторные занятия	64	
самостоятельная работа	44	
часов на контроль	36	

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	32	32	32	32
Практические	32	32	32	32
Итого ауд.	64	64	64	64
Контактная работа	64	64	64	64
Сам. работа	44	44	44	44
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., Доцент, Дубовик А.О.*

Рабочая программа дисциплины

**Математическое моделирование**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика (приказ Минобрнауки России от 10.01.2018 г. № 13)

составлена на основании учебного плана:

01.04.02 ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

Направленность (профиль): Математическое и информационное обеспечение систем управления деятельностью предприятий нефтегазовой отрасли

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	Получение магистрантом базовых знаний в области построения и анализа математических моделей. Изучение универсальных методологических подходов для построения адекватных математических моделей различных объектов и процессов. Формирование навыка самостоятельного исследования математических моделей и проведения вычислительных экспериментов. Формирование способности к абстрактному мышлению, анализу, синтезу.
-----	--

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

Цикл (раздел) ООП:	Б1.О.03
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Высшая математика
2.1.2	Общий курс физики
2.1.3	Уравнения математической физики
2.1.4	Численные методы
2.1.5	Программирование на языках высокого уровня (С, С++, Fortran)
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Теория оптимизации и современные численные методы
2.2.2	Производственная практика, научно-исследовательская работа

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

**ОПК-1.1:** Определяет и анализирует задачи фундаментальной и прикладной математики в области профессиональной деятельности

**ОПК-1.2:** Решает актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики в области профессиональной деятельности

**ОПК-2.1:** Определяет математические методы необходимые для решения прикладных задач в области профессиональной деятельности

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные принципы построения математических моделей;
3.1.2	основные этапы математического моделирования;
3.1.3	методологию проведения вычислительного эксперимента;
3.1.4	актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики;
3.1.5	современные математические методы решения прикладных задач в области математического моделирования;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	определять и анализировать задачи фундаментальной и прикладной математики в области профессиональной деятельности;
3.2.2	определять математические методы необходимые для решения прикладных задач в области профессиональной деятельности;
3.2.3	решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики в области профессиональной деятельности методами математического моделирования.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	методологией математического моделирования и вычислительного эксперимента.

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Примечание
-------------	---	----------------	-------	-------------	------------	------------

	<b>Раздел 1. Основные понятия математического моделирования</b>					
1.1	<p>Актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики. Современные математические методы решения прикладных задач в области математического моделирования. Понятия: объект, модель, математическая модель. Основные этапы построения модели. Граничные и начальные условия. Устойчивость. Корректно и некорректно поставленные задачи. Схема процесса математического моделирования объекта. Схема: модель – алгоритм – программа. Классификация математических моделей. Иерархия моделей. Универсальность математических моделей. Применение аналогий при построении моделей. Нелинейность математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Адекватность математической модели. Вычислительный эксперимент. /Лек/</p>	1	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
1.2	<p>Актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики. Современные математические методы решения прикладных задач в области математического моделирования. Понятия: объект, модель, математическая модель. Основные этапы построения модели. Граничные и начальные условия. Устойчивость. Корректно и некорректно поставленные задачи. Схема процесса математического моделирования объекта. Схема: модель – алгоритм – программа. Классификация математических моделей. Иерархия моделей. Универсальность математических моделей. Применение аналогий при построении моделей. Нелинейность математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Адекватность математической модели. Вычислительный эксперимент. /Пр/</p>	1	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

1.3	Актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики. Современные математические методы решения прикладных задач в области математического моделирования. Понятия: объект, модель, математическая модель. Основные этапы построения модели. Граничные и начальные условия. Устойчивость. Корректно и некорректно поставленные задачи. Схема процесса математического моделирования объекта. Схема: модель – алгоритм – программа. Классификация математических моделей. Иерархия моделей. Универсальность математических моделей. Применение аналогий при построении моделей. Нелинейность математических моделей. Основные этапы математического моделирования. Адекватность математической модели. Вычислительный эксперимент. /Ср/	1	14	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
	<b>Раздел 2. Законы сохранения и вариационные принципы, как основа создания математических моделей</b>					
2.1	Фундаментальные законы сохранения. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Уравнение фильтрации. Закон Дарси. Закон сохранения энергии. Теплопередача. Закон Фурье. Уравнение теплового баланса. Сохранение числа частиц. Уравнения газовой динамики. Краевые условия для уравнений газовой динамики. Уравнения движения, вариационные принципы и фундаментальные законы сохранения в механике. Теорема Нётер. Вариационный принцип в электродинамике. Уравнения Максвелла. /Лек/	1	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
2.2	Фундаментальные законы сохранения. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Уравнение фильтрации. Закон Дарси. Закон сохранения энергии. Теплопередача. Закон Фурье. Уравнение теплового баланса. Сохранение числа частиц. Уравнения газовой динамики. Краевые условия для уравнений газовой динамики. Уравнения движения, вариационные принципы и фундаментальные законы сохранения в механике. Теорема Нётер. Вариационный принцип в электродинамике. Уравнения Максвелла. /Пр/	1	8	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	

2.3	<p>Фундаментальные законы сохранения. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности. Уравнение фильтрации. Закон Дарси. Закон сохранения энергии. Теплопередача. Закон Фурье. Уравнение теплового баланса. Сохранение числа частиц. Уравнения газовой динамики. Краевые условия для уравнений газовой динамики. Уравнения движения, вариационные принципы и фундаментальные законы сохранения в механике. Теорема Нётер. Вариационный принцип в электродинамике. Уравнения Максвелла. /Ср/</p>	1	14	<p>ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1</p>	<p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3</p>	
2.4	<p>Примеры построения математических моделей и вычислительный эксперимент /Контр.раб./</p>	1	12	<p>ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1</p>	<p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3</p>	
<b>Раздел 3. Примеры построения математических моделей и вычислительный эксперимент</b>						
3.1	<p>Методы дискретизации. (выбор координат; независимые переменные; односторонние и двухсторонние координаты; концепция дискретизации; методы получения дискретных аналогов; использование рядов Тейлора; вариационный метод; метод взвешенных невязок). Метод контрольного объема (основные правила построения дискретных аналогов; баланс потоков на границах контрольного объема; положительность коэффициентов; отрицательность коэффициента при линеаризации источникового члена; сумма соседних коэффициентов). Стационарная одномерная теплопроводность. (основное уравнение; сетка; коэффициент теплопроводности на границах контрольного объема линеаризация источникового члена; граничные условия, решение СЛАУ). Нестационарная одномерная теплопроводность. (обобщенный дискретный аналог; явная, Кранка-Николсона и полностью неявная схемы; полностью неявный дискретный аналог). Двух и трех мерные задачи теплообмена. (дискретный аналог; методы решения СЛАУ: критерий Скарбороу, метод переменных направлений, метод верхней и нижней релаксации). Отладка, тестирование вычислительной программы. Основные этапы проведения вычислительных экспериментов. /Лек/</p>	1	16	<p>ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1</p>	<p>Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3</p>	

3.2	<p>Методы дискретизации. (выбор координат; независимые переменные; односторонние и двухсторонние координаты; концепция дискретизации; методы получения дискретных аналогов; использование рядов Тейлора; вариационный метод; метод взвешенных невязок). Метод контрольного объема (основные правила построения дискретных аналогов; баланс потоков на границах контрольного объема; положительность коэффициентов; отрицательность коэффициента при линеаризации источникового члена; сумма соседних коэффициентов). Стационарная одномерная теплопроводность. (основное уравнение; сетка; коэффициент теплопроводности на границах контрольного объема линеаризация источникового члена; граничные условия, решение СЛАУ). Нестационарная одномерная теплопроводность. (обобщенный дискретный аналог; явная, Кранка-Николсона и полностью неявная схемы; полностью неявный дискретный аналог). Двух и трех мерные задачи теплообмена. (дискретный аналог; методы решения СЛАУ: критерий Скарбороу, метод переменных направлений, метод верхней и нижней релаксации). Отладка, тестирование вычислительной программы. Основные этапы проведения вычислительных экспериментов. /Пр/</p>	1	16	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
-----	--	---	----	-------------------------------	---	--

3.3	Методы дискретизации. (выбор координат; независимые переменные; односторонние и двухсторонние координаты; концепция дискретизации; методы получения дискретных аналогов; использование рядов Тейлора; вариационный метод; метод взвешенных невязок). Метод контрольного объема (основные правила построения дискретных аналогов; баланс потоков на границах контрольного объема; положительность коэффициентов; отрицательность коэффициента при линеаризации источникового члена; сумма соседних коэффициентов). Стационарная одномерная теплопроводность. (основное уравнение; сетка; коэффициент теплопроводности на границах контрольного объема линеаризация источникового члена; граничные условия, решение СЛАУ). Нестационарная одномерная теплопроводность. (обобщенный дискретный аналог; явная, Кранка-Николсона и полностью неявная схемы; полностью неявный дискретный аналог). Двух и трех мерные задачи теплообмена. (дискретный аналог; методы решения СЛАУ: критерий Скарбороу, метод переменных направлений, метод верхней и нижней релаксации). Отладка, тестирование вычислительной программы. Основные этапы проведения вычислительных экспериментов. /Ср/	1	16	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	
3.4	/Экзамен/	1	24	ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3	Контрольная работа

## 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
--	---------------------	----------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Андреев В. К.	Математические модели механики сплошных сред	Москва: Лань", 2015, электронный ресурс	1
Л1.2	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
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Гидаспов В. Ю., Пирумов У. Г.	Численные методы: Сборник задач	М.: Дрофа, 2007	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
<b>6.1.3. Методические разработки</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	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
Л3.2	сост. Бен, Смирнов А.Э.	Математическое моделирование: практикум	Москва: Московский технический университет связи и информатики, 2015, электронный ресурс	1
Л3.3	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
<b>6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"</b>				
Э1	Журнал "Вычислительные методы и программирование" научное электронное периодическое издание, <a href="http://num-meth.srcc.msu.ru/">http://num-meth.srcc.msu.ru/</a>			
Э2	ARXIV - крупнейший бесплатный архив электронных публикаций научных статей и их препринтов по физике, математике, астрономии, информатике и биологии, <a href="http://arxiv.org/">http://arxiv.org/</a>			
Э3	Научная электронная библиотека eLibrary, <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>			
<b>6.3.1 Перечень программного обеспечения</b>				
6.3.1.1	Операционная система Microsoft, пакет прикладных программ Microsoft Office.			
6.3.1.2	Операционная система Linux.			
6.3.1.3	GCC (GNU Compiler Collection, коллекция компиляторов GNU General Public License) - набор компиляторов, являющийся стандартным для ОС Linux.			
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>				
6.3.2.1	Гарант-информационно-правовой портал. <a href="http://www.garant.ru/">http://www.garant.ru/</a>			
6.3.2.2	КонсультантПлюс – надежная правовая поддержка. <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>			

<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
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).
7.2	Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечения доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
7.3	Компьютерный класс (лаборатория) для проведения лабораторных работ, практических занятий, курсового проектирования. Оборудование: персональные
7.4	компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.