

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

*Факультет физико-математических и естественных наук*  
Рекомендовано МССН

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование и численные методы**

**Рекомендуется для направления подготовки**

**01.06.01 «Математика и механика»**

## 1. Цели и задачи дисциплины

Основной целью дисциплины «Математическое моделирование и численные методы» является изложить некоторые универсальные методологические подходы, позволяющие безотносительно к конкретным областям приложений строить адекватные математические модели изучаемых объектов. Представить методы и примеры построения и анализа математических моделей для различных задач экономики, экологии, биологии, медицины и социологии на основе использования фундаментальных законов природы и закономерностей в экономике и социологии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «Математическое моделирование и численные методы» относится к дисциплинам по выбору блока 1 учебного плана.

В таблице № 1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Таблица № 1

### Предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций

№ п/п	Шифр и наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
	ПК-2 готовность осуществлять самостоятельный анализ физических аспектов в классических постановках математических задач, собственное видение прикладного аспекта в строгих математических формулировках ПК-3 умение сформулировать задачу исследования и пути ее осуществления, обобщить полученные результаты и сделать соответствующие выводы, должен понимать практические аспекты получаемых теоретических результатов	Классическая механика Аналитическая механика	-
Универсальные компетенции			
	УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и	Классическая механика Аналитическая механика	-

	<p>практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>УК-2 способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки</p> <p>УК-3 готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач</p> <p>УК-5 способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития</p>		
--	--	--	--

### 3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций: УК-1,2,3,5, ПК-2,3.

В результате изучения дисциплины студент должен:

**Знать:**

Методологические подходы, позволяющие строить адекватные математические модели изучаемых объектов. Методы и примеры построения и анализа математических моделей для различных задач экономики, экологии, биологии, медицины и социологии.

**Уметь:**

Использовать универсальные методологические подходы, строить адекватные математические модели изучаемых объектов. Применять методы и примеры построения и анализа математических моделей для различных задач экономики, экологии, биологии, медицины и социологии.

**Владеть:**

Основными методологическими, теоретическими и численными методами математического моделирования.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость курса «Математическое моделирование и численные методы» составляет 4 зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего	Семестры
--------------------	-------	----------

	часов				
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		1	2	3	
В том числе:	-	-	-	-	-
<i>Лекции</i>	20			20	
<i>Практические занятия (ПЗ)</i>	40			40	
<i>Семинары (С)</i>					
<i>Лабораторные работы (ЛР)</i>					
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	84			84	
Общая трудоемкость	144			144	
час	4			4	
зач. ед.					

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1.	Введение	Функционалы в конечномерном евклидовом пространстве. Аппроксимация функционалов.
2.	Классические экстремальные задачи	Необходимые и достаточные условия экстремума. Численные методы поиска безусловного экстремума. Численные методы поиска одномерного экстремума.
3.	Задачи поиска экстремума при наличии ограничений	Задача математического программирования. Метод штрафных функций.
4.	Задачи, сводящиеся к задаче математического программирования	Задачи оптимального управления. Задачи параметрического программирования.
5.	Интерполяция.	Интерполяционный многочлен Лагранжа. Постановка задачи интерполяции; интерполяционный многочлен Лагранжа; существование и единственность. Оценка погрешности интерполяционной формулы. Многочлены Чебышева, их свойства. Минимизация остаточного члена погрешности интерполирования. Интерполяционный многочлен Ньютона. Разделенные разности. Интерполяционный многочлен Лагранжа в форме Ньютона с разделенными разностями. Интерполяционный многочлен с кратными узлами.
6.	Интерполяция сплайнами.	Сплайны; построение кубического интерполяционного сплайна. Метод прогонки для решения СЛАУ с трехдиагональной матрицей; обоснование метода прогонки.
7.	Приближение функций.	Наилучшее приближение в нормированном пространстве; существование наилучшего приближения; наилучшее рав-

		номерное приближение; точки чебышевского альтернанса. Наилучшее приближение в гильбертовом пространстве. Метод наименьших квадратов. Полные системы в гильбертовом пространстве; ортогональные многочлены. Дискретный ряд Фурье.
8.	Численное интегрирование.	Квадратурные формулы Ньютона-Котеса; оценка погрешности. Квадратурные формулы прямоугольников, трапеций, Симпсона. Составные квадратурные формулы; формулы Рунге оценки погрешности и уточнения приближения на сгущающихся сетках. Квадратурные формулы Гаусса.
9.	Решение систем линейных уравнений.	Линейные системы уравнений; число обусловленности; регуляризация плохо обусловленных систем. Метод исключения Гаусса с выбором главного элемента; схема Халецкого. Метод квадратного корня.
10.	Решение систем нелинейных уравнений.	Решение систем нелинейных уравнений; МПИ; теорема о сжимающем отображении. Теорема о достаточном условии сходимости МПИ. Метод Ньютона; теорема сходимости. Методы решения одного уравнения.

## 5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела	Лекц.	Практические занятия и лабораторные работы			СР	Всего
			ПЗ/С	ЛР	из них в ИФ		
1.	Введение	2	4		4	8	14
2.	Классические экстремальные задачи	2	4		4	8	14
3.	Задачи поиска экстремума при наличии ограничений	2	4		4	8	14
4.	Задачи, сводящиеся к задачам математического программирования	2	4		4	8	14
5.	Интерполяция.	2	4		4	8	14
6.	Интерполяция сплайнами.	2	4		4	8	14
7.	Приближение функций.	2	4		4	8	14
8.	Численное интегрирование.	2	4		4	8	14
9.	Решение систем линейных уравнений.	2	4		4	8	14
10.	Решение систем нелинейных уравнений.	2	4		4	12	18
	Итого:	20	40		40	84	144

## 6. Лабораторный практикум – не предусмотрен

## 7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1.	1	Введение	4
2.	2	Классические экстремальные задачи	4
3.	3	Задачи поиска экстремума при наличии ограничений	4
4.	4	Задачи, сводящиеся к задачам математического программирования	4
5.	5	Интерполяция.	4
6.	6	Интерполяция сплайнами.	4
7.	7	Приближение функций.	4
8.	8	Численное интегрирование.	4
9.	9	Решение систем линейных уравнений.	4
10.	10	Решение систем нелинейных уравнений.	4

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Аудитории 495а, 398, 509 в учебном корпусе РУДН, ул. Орджоникидзе, д. 3, групповые аудитории в учебном корпусе РУДН, ул. Орджоникидзе, д. 3 на 3, 4 и 5 этажах, дисплей-классы, лаборатории (ауд. 510 и 424).

## 9. Информационное обеспечение дисциплины:

Используются только лицензированное, установленное в РУДН программное обеспечение:

- пакет программ Microsoft Office;
- средства мультимедийной техники и персональные компьютеры;
- полнотекстовые базы данных и ресурсы, доступ к которым обеспечен из сети РУДН;
- электронная библиотека РФФИ <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

## 10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) основная литература:

1. Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование. М., Физматлит, 2001.
2. Занг В.-Б. Синергетическая экономика, М., Мир, 1999.
3. Хэссард Б., Казаринов Н., Вэн И. Теория и приложения бифуркации рождения цикла. М., Мир, 1985.
4. Братусь А.С., Новожилов А.С., Платонов А.П. Динамические системы и модели биологии. М., Физматлит, 2011.

5. Кошелев В.Б., Мухин С.И. и др. Математические модели квазиодномерной гемодинамики. М., МАКС Пресс, 2010.

б) дополнительная литература:

6. Эрроусмит Д., Плейс К. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М., Мир, 1986.

7. Арнольд В.И. Теория катастроф. М., УРСС, 2009.

8. Томпсон Дж. М. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике. М., Мир, 1985.

Вся литература есть в библиотеке РУДН или в электронном виде на кафедре.

в) программное обеспечение: Windows, Microsoft Office, Maple, TeX, WinEdt.

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1) Yandex, Goole, MathNet, свободные Интернет-ресурсы:

2) <http://lib.mexmat.ru/> Электронная библиотека попечительского совета мехмата МГУ ;

3) [eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm)

У [учебная физико-математическая библиотека - EqWorld](http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm).

## **11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Для наглядности изложения материала на лекциях запланированы компьютерные презентации по темам: 1) циклы и их устойчивость; 2) бифуркации Хопфа; 3) исследование некоторых задач гемодинамики.

Кроме того, планируются визуализации (в основном анимации) в системе MAPLE по некоторым темам лекций, лабораторных занятий и домашних заданий. Для студентов запланированы еженедельные минипрезентации по e-mail с использованием указанных визуализаций.

Еженедельно студент должен выполнять текущие домашние задания, в середине и в конце семестра проводятся контрольные работы, в течение семестра требуется выполнить индивидуальное домашнее задание, в том числе подготовить презентацию и сделать доклад на выбранную тему.

## 12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

*Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Математическое моделирование и численные методы»» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.*

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

### **Разработчики:**


Профессор Математического института  
им. С.М. Никольского



Ланеев Е.Б.

### **Руководитель программы:**

Директор Математического института  
им. С.М. Никольского



Скубачевский А.Л.

### **Заведующий кафедрой:**

Директор Математического института  
им. С.М. Никольского



Скубачевский А.Л.