

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института



Хорьков К.С.

08 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

**02.03.01 «Математика и компьютерные науки»**

(код и наименование направления подготовки (специальности))

**направленность (профиль) подготовки**

**Математические методы в экономике и финансах**

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Математическое моделирование» – ознакомление студентов с основными математическими методами исследования экономических, физических и социальных явлений и процессов, анализа и качественной оценки различных вариантов экономической политики, а также прогноза последствий принимаемых решений.

Задачи: развить навыки постановки типовых задач в области моделирования и подготовки и использовании исходных данных при компьютерном моделировании.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана (дисциплина по выбору).

Пререквизиты дисциплины: математический анализ, линейная алгебра, аналитическая геометрия, дифференциальные уравнения, теория вероятностей и математическая статистика.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-1. Способен демонстрировать базовые знания математических и естественных наук, основ программирования и информационных технологий.	<p>ПК-1.1. Знает основы научной теории и системного мышления, полученные в области математических и (или) естественных наук, принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения.</p> <p>ПК-1.2. Умеет строить схемы причинно-следственных связей, методологии разработки программного обеспечения и технологии программирования.</p> <p>ПК-1.3. Владеет навыками выявления существенных явлений проблемной ситуации, разработки и изменения архитектуры программного обеспечения.</p>	<p><b>Знать</b> прикладной аспект в строгих математических формулировках.</p> <p><b>Уметь</b> самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках математических задач; ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики.</p> <p><b>Владеть</b> способностью применять в научно-исследовательской и профессиональной деятельности базовые знания в области фундаментальной и прикладной математики и естественных наук.</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к рейтинг-контролю и промежуточной аттестации</p>
ПК-2. Способен создавать и исследовать новые математические модели в естественных науках, промышленности и бизнесе, с учетом возможностей современных информационных технологий и программирования и компьютерной техники.	<p>ПК-2.1. Знает цели и задачи проводимых исследований и разработок, возможности существующей программно-технической архитектуры для программной реализации математических моделей в соответствующей области экономической деятельности.</p> <p>ПК-2.2. Умеет применять</p>	<p><b>Знать</b> прикладной аспект в строгих математических формулировках.</p> <p><b>Уметь</b> самостоятельно анализировать физические аспекты в классических постановках математических задач; ориентироваться в современных алгоритмах компьютерной математики.</p> <p><b>Владеть</b> способностью</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к лабораторным работам.</p> <p>Контрольные вопросы к рейтинг-</p>

	методы анализа научно-технической информации и внедрять результаты исследований и разработок в профессиональной деятельности. ПК-2.3. Владеет навыками сбора, обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов и исследований, опытом разработки и реализации алгоритмов на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования в соответствующей области экономической деятельности.	применять в научно-исследовательской и профессиональной деятельности базовые знания в области фундаментальной и прикладной математики и естественных наук.	контроль и промежуточной аттестации
--	--	--	-------------------------------------

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 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	Математическое моделирование как метод познания. Научное и ненаучное познание. Место моделирования среди методов познания.	8	1-2	4	2	2	4	8	
2	Вариационные и временные ряды	8	3-4	4	2	2	4	8	
3	Фракталы	8	5-6	4	2	2	4	8	Рейтинг-контроль 1
4	Нечеткие множества	8	7-8	4	2	2	4	8	
5	Теория графов	8	9-10	4	2	2	4	8	
6	Теория игр	8	11-12	4	2	2	4	8	Рейтинг-контроль 2
7	Дискретные динамические системы	8	13-14	4	2	2	4	8	
8	Дифференциальное уравнение как непрерывная математическая модель	8	15-16	4	2	2	4	8	
9	Динамические системы второго и третьего порядка как непрерывная математическая модель	8	17-18	4	2	2	4	8	Рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 8 семестр:</b>				<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>Зачет с оценкой</b>
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>	<b>Зачет с оценкой</b>

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

**Раздел 1. Математическое моделирование как метод познания. Научное и ненаучное познание. Место моделирования среди методов познания. Виды моделирования. Классификация математических моделей.**

**Раздел 2. Вариационные и временные ряды.** Вариационный ряд как модель системы. Временной ряд как модель процесса. Методы сглаживания временных рядов. Тренд временного ряда. Выделение циклической компоненты временного ряда.

**Раздел 3. Фракталы.**

**Раздел 4. Нечеткие множества.**

**Раздел 5. Теория графов.** Основные понятия теории графов.

**Раздел 6. Теория игр.** Основные понятия теории игр. Игры с нулевой суммой. Игры с природой.

**Раздел 7. Дискретные динамические системы.** Понятие дискретной динамической системы. Положения равновесия и циклы дискретных динамических систем.

**Раздел 8. Дифференциальное уравнение как математическая модель.** Модели популяционной динамики. Модель распространения рекламы.

**Раздел 9. Динамические системы второго и третьего порядка как непрерывная математическая модель.** Уравнения математической физики как модели физических процессов. Модель динамики популяции, структурированной по возрасту. Примеры систем и процессов, описываемых уравнениями в частных производных второго порядка.

## Содержание практических занятий по дисциплине

**Раздел 1. Математическое моделирование как метод познания. Научное и ненаучное познание. Место моделирования среди методов познания. Виды моделирования. Классификация математических моделей. Решение задач.**

**Раздел 2. Вариационные и временные ряды.** Вариационный ряд как модель системы. Временной ряд как модель процесса. Методы сглаживания временных рядов. Тренд временного ряда. Выделение циклической компоненты временного ряда. Решение задач.

**Раздел 3. Фракталы.** Решение задач.

**Раздел 4. Нечеткие множества.** Решение задач.

**Раздел 5. Теория графов.** Основные понятия теории графов. Решение задач.

**Раздел 6. Теория игр.** Основные понятия теории игр. Игры с нулевой суммой. Игры с природой. Решение задач.

**Раздел 7. Дискретные динамические системы.** Понятие дискретной динамической системы. Положения равновесия и циклы дискретных динамических систем. Решение задач.

**Раздел 8. Дифференциальное уравнение как математическая модель.** Решение дифференциальных уравнений посредством программного пакета Maple. Модели популяционной динамики. Модель Мальтуса. Модель Ферхюльста. Модель взаимодействия двух популяций. Модель «хищник-жертва». Модель распространения рекламы. Решение задач.

**Раздел 9. Динамические системы второго и третьего порядка как непрерывная математическая модель.** Уравнения математической физики как модели физических процессов. Модель динамики популяции, структурированной по возрасту. Примеры систем и процессов, описываемых уравнениями в частных производных второго порядка. Решение задач.

## Содержание лабораторных занятий по дисциплине

№1: Введение в Maple: приобретение основных навыков работы с программным пакетом, нахождение пределов, производных, решение алгебраических уравнений и неравенств, построение графиков функций.

№2: Анализ временного ряда: сглаживание, выделение тренда и сезонной компоненты. Прогнозирование с помощью временных рядов.

№3: Фракталы: методы построения и визуализация.

№4: Анализ использования нечетких множеств для моделирования социально-экономических процессов.

№5: Применение теории графов для анализа социальных и экономических систем.

№6: Игры с нулевой суммой. Игры с природой.

№7: Моделирование с помощью дискретных динамических систем. Числа Фибоначчи как модель социального процесса.

## 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

#### Рейтинг-контроль №1

Тема «Моделирование как метод познания. Вариационные и временные ряды. Фракталы».

#### Рейтинг-контроль № 2

Тема «Нечеткие множества. Теория графов».

#### Рейтинг-контроль №3

Тема «Теория игр. Дискретные динамические системы».

### 5.2. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (зачет с оценкой).

#### Контрольные вопросы к зачету с оценкой

1. Типы познания: научное и ненаучное. Методы научного познания. Место моделирования среди методов научного познания.
2. Виды моделирования.
3. Классификация математических моделей.
4. Вариационный ряд как модель системы.
5. Временной ряд как модель процесса.
6. Методы сглаживания временных рядов.
7. Тренд временного ряда.
8. Выделение циклической компоненты временного ряда.
9. Фракталы.
10. Нечеткие множества.
11. Основные понятия теории графов.
12. Основные понятия теории игр.
13. Игры с нулевой суммой.
14. Игры с природой.
15. Понятие дискретной динамической системы.
16. Положения равновесия и циклы дискретных динамических систем. Понятия и устойчивость.
17. Дифференциальное уравнение как математическая модель.
18. Решение дифференциальных уравнений посредством программного пакета Maple.

19. Популяционная динамика. Популяция.
20. Модели популяционной динамики.
21. Модель Мальтуса.
22. Модель Ферхюльста.
23. Модель взаимодействия двух популяций.
24. Модель «хищник-жертва».
25. Модель распространения рекламы.
26. Уравнения математической физики как модели физических процессов. Примеры.
27. Модель динамики популяции, структурированной по возрасту.
28. Примеры систем и процессов, описываемых уравнениями в частных производных второго порядка.

### **5.3. Самостоятельная работа обучающегося.**

#### **Темы индивидуальных заданий**

1. Моделирование и прогнозирование экономических показателей в России в XX-начале XXIVв (на примере показателя по выбору студента).
2. Моделирование и прогнозирование курсов валют (на примере валюты по выбору студента).
3. Моделирование социальных отношений с помощью теории графов (на примере произведения по выбору студента).
4. Моделирование PR-кампаний на основе анализа объекта методами теории нечетких множеств (на примере кампании по выбору студента).
5. Моделирование конфликтных ситуаций методами теории игр (на примере конфликта по выбору студента).
6. Моделирование популяционной динамики методами теории динамических систем (на примере популяций по выбору студента).
7. Решение дифференциальных уравнений: приобретение навыков решения обыкновенных дифференциальных уравнений, задач Коши.
8. Модель Мальтуса: изучение основных свойств модели, прогнозирование объема популяции.
9. Модель Ферхюльста: изучение основных свойств модели, прогнозирование объема популяции.
10. Сравнительная характеристика всех известных моделей популяционной динамики.
11. Модель «хищник-жертва»: изучение основных свойств модели, прогнозирование объемов популяций.
12. Модель распространения рекламы: изучение свойств модели, выбор наилучшей стратегии на основе анализа модели.

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 электронном каталоге ЭБС
<b>Основная литература</b>		
1. Гетманчук, А. В. Экономико-математические методы и модели : учебное пособие / А. В. Гетманчук, М. М. Ермилов. — Москва : Дашков и К, 2017. — 186 с. — ISBN 978-5-394-01575-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:	2017	<a href="https://e.lanbook.com/book/93509">https://e.lanbook.com/book/93509</a>
2. Охорзин, В. А. Теория управления : учебник / В. А. Охорзин, К. В. Сафонов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-1592-2.	2021	<a href="https://e.lanbook.com/book/168666">https://e.lanbook.com/book/168666</a>
3. Гусева, Е. Н. Экономико-математическое моделирование : учебное пособие / Е. Н. Гусева. — 3-е изд., стер. — Москва : ФЛИНТА, 2016. — 216 с. — ISBN 978-5-89349-976-6.	2016	<a href="https://e.lanbook.com/book/85887">https://e.lanbook.com/book/85887</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
3. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности [Электронный ресурс] / Ибрагимов Н.Х. - 2-е изд., доп. и испр. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2012.- 332 с.-ISBN 978-5-9221-1377-9.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113779.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922113779.html</a>
2. "Жесткие" и "мягкие" математические модели." [Электронный ресурс] / Арнольд В.И. - 3-е изд., стереотип. - М.: МЦНМО, 2011 - 32 с.: ил. - ISBN 978-5-94057-690-7.	2011	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940576907.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785940576907.html</a>
3. Исследование операций для экономистов, политологов и менеджеров [Электронный ресурс] / Токарев В.В. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2014 - 408 с. - ISBN 978-5-9221-1451-6.	2014	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114516.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922114516.html</a>

### 6.2. Периодические издания

1. Успехи математических наук, журнал РАН (корпус 3, ауд. 414)

### 6.3. Интернет-ресурсы

1. <http://window.edu.ru/>
2. <http://www.exponenta.ru/>
3. <http://allmath.com/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного и практического типа. Практические работы проводятся в лаборатории численных методов (405-3).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения:

1. Microsoft Excel,
2. Maple.

Рабочую программу составил:  
к.ф.-м.н., доцент каф. ФАиП Мастерков Ю.В. \_\_\_\_\_



Рецензент (представитель работодателя):  
заместитель директора по развитию ООО «Баланс» Кожин А.В. \_\_\_\_\_



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФАиП  
Протокол № 1 от 30.08.2021 года  
Заведующий кафедрой ФАиП к.ф.-м.н., доцент Бурков В.Д. \_\_\_\_\_



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 02.03.01 «Математика и компьютерные науки»  
Протокол № 1 от 30.08.2021 года  
Председатель комиссии зав. кафедрой ФАиП Бурков В.Д. \_\_\_\_\_





**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

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 \_\_\_\_\_

---

Рабочая программа одобрена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный года

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

---