

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 информационных технологий и радиоэлектроники



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

направление подготовки / специальность

**09.04.03 – Прикладная информатика**

направленность (профиль) подготовки

**Информационные системы и технологии в корпоративном управлении**

г. Владимир  
2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения «Математическое моделирование» является ознакомление магистрантов с основными подходами к организации и проведению научных исследований с использованием методов математического моделирования, которые будут необходимы им при работе над ВКР, а также в последующей профессиональной деятельности.

Задачи: научить студентов применять методы математического моделирования для исследования и проектирования информационных систем различного назначения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование» относится к дисциплинам части учебного плана, сформированной участниками образовательного процесса.

## 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	
1	2	3	4
ПК3. Способность проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств	ПК-3.1. Знает методы проектирования информационных процессов и системы с использованием инновационных инструментальных средств ПК-3.2.. Умеет проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств ПК-3.3 Владеет методами проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств	Знает методы проектирования информационных процессов и системы с использованием инновационных инструментальных средств . Умеет проектировать информационные процессы и системы с использованием инновационных инструментальных средств Владеет методами проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств	Тестовые вопросы
ПК4. Способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска	ПК-4.1. Знает методы принятия эффективных проектных решений в условиях неопределенности и риска ПК-4.2. Умеет принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска ПК-4.3. Владеет навыками принятия эффективных проектных решений в условиях неопределенности и риска	Способность принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска Знает методы принятия эффективных проектных решений в условиях неопределенности и риска Умеет принимать эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска Владеет навыками принятия эффективных проектных решений в условиях неопределенности и риска	Тестовые вопросы

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, **144** час.

##### 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 <i>(по семестрам)</i>	
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки			
1	Общие вопросы моделирования	1	1	1				4		
2	Математические схемы моделирования систем.	1	2	1				12		
3	Моделирование с использованием марковских случайных процессов	1	2-4	3		4	1	12	1-й рейтинг	
7	Моделирование систем массового обслуживания	1	4-6	3		4	1	8		
	Статистическое моделирование экономических систем	1	6-8	2		4	1			
4	Методы и модели прогнозирования временных рядов	1	9-12	3		4	1	12	2-й рейтинг	
5	Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа	1	13-15	3		2		12		
6	Задачи интерполирования и экстраполирования детерминированных процессов	1	16-18	2				12	3-й рейтинг	
Всего за семестр						18		18	72	Экз (36)
Наличие в дисциплине КП/КР										
Итого по дисциплине						<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>	<b>Экз (36)</b>

## Содержание лекционных занятий по дисциплине

### **Раздел 1.** Общие вопросы моделирования

Тема 1. Предмет теории моделирования.

Тема 2. Роль и место моделирования в исследовании систем.

Тема 3. Классификация моделей.

### **Раздел 2.** Математические схемы моделирования систем.

Тема 1. Основные подходы к построению ММ систем.

Тема 2. Непрерывно-детерминированные модели.

Тема 3. Дискретно-детерминированные модели.

Тема 4. Непрерывно-стохастические модели.

### **Раздел 3.** Моделирование с использованием марковских случайных процессов.

Тема 1. Основные понятия марковских процессов. Классификация марковских случайных процессов.

Тема 2. Граф состояний. Марковские цепи. Непрерывные и дискретные цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей.

Тема 3. Уравнение Колмогорова. Финальные вероятности.

### **Раздел 4.** Моделирование систем массового обслуживания

Тема 1. Предмет теории массового обслуживания. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания.

Тема 2. Определение характеристик систем массового обслуживания. Одноканальная модель с пуассоновским входным потоком с экспоненциальным распределением длительности обслуживания.

Тема 3. Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания.

Тема 4. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием.

### **Раздел 5.** Статистическое моделирование экономических систем.

Тема 1. Теоретические основы метода.

Тема 2. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий.

Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло.

Тема 4. Статистическое моделирование экономических систем.

### **Раздел 6.** Методы и модели прогнозирования временных рядов.

Тема 1. Характеристика методов и моделей краткосрочного прогнозирования.

Тема 2. Прогнозирование с помощью методов экстраполяции

Тема 3. Методы и модели экспоненциальной взвешенной скользящей средней.

Тема 4. Модель Хольта—Уинтерса Метод Тейла—Вейджа.

### **Раздел 7.** Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа.

Тема 1. Общие сведения Исходные предпосылки регрессионного анализа и свойства оценок.

Тема 2. Выявление наличия корреляционной связи между парой показателей и оценка ее тесноты.

Тема 3. Подбор аналитической зависимости для описания взаимосвязи показателей и оценка параметров модели регрессии

Тема 4. Оценка качества построенной модели.

Тема 5. Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели

**Раздел 8. Задачи интерполирования и экстраполирования детерминированных процессов**

Тема 1. Задачи интерполирования и экстраполирования

Тема 2. Постановка задачи интерполирования

Тема 3. Постановка задачи экстраполирования.

### **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Моделирование работы подвижного состава с использованием марковских случайных процессов.
2. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло.
3. Моделирование потоков отказов элементов сложных технических систем.
4. Прогнозирование с помощью методов экстраполяции
5. Прогнозирование на основе временных рядов с использованием пакетов программ
6. Подбор аналитической зависимости для описания взаимосвязи показателей и оценка параметров модели регрессии

## **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***

#### **1. Марковским случайным процессом называется:**

- а) случайный процесс с постоянным значением математического ожидания;
- б) случайный процесс, у которого статистические характеристики для любого момента времени остаются постоянными;
- в) случайный процесс, у которого математическое ожидание и дисперсия одинаковы;
- г) случайный процесс, у которого вероятностные характеристики в будущем зависят только от его состояния в настоящий момент и не зависят от того, как и когда система пришла в это состояние;
- д) случайный процесс, у которого статистические характеристики в будущем зависят от траектории, по которой система пришла в настоящее состояние.

#### **2. Вероятностное прогнозирование оказывается проще:**

- а) для немарковского случайного процесса;
- б) для марковского случайного процесса;
- в) для случайного процесса с ограниченным диапазоном изменения;
- г) для случайного процесса, значения которого подчиняются равномерному закону распределения.

**3. Интенсивность потока событий это:**

- а) число событий за фиксированный интервал времени;
- б) число событий, подсчитанное к настоящему моменту времени;
- в) число событий, которое может быть предсказано с заданной погрешностью;
- г) среднее число событий, приходящееся на единицу времени.

**4. Какой поток событий называется ординарным:**

- а) поток клиентов в банке;
- б) поток вагонов в поезде, подходящем к станции;
- в) поток событий, у которого вероятность попадания на отрезок времени  $\Delta t \rightarrow 0$  двух или более событий равна наперед заданной величине;
- г) поток событий, у которого вероятность попадания на отрезок времени  $\Delta t \rightarrow 0$  двух или более событий равна нулю.

**5. Поток событий называется простейшим, если:**

- а) он описывается равномерным законом распределения;
- б) он имеет постоянное математическое ожидание;
- г) он ординарен и стационарен;
- д) он ординарен и стационарен и не имеет последствие.

**б) Финальные вероятности состояний:**

- а) это вероятности, которые устанавливаются на некоторый наперед заданный момент;
- б) это вероятности, которые устанавливаются при  $t \rightarrow \infty$  и не зависят от того, в каком состоянии система находилась в начальный момент;
- г) это вероятности, которые устанавливаются при  $t \rightarrow \infty$  и зависят от того, в каком состоянии система находилась в начальный момент;
- д) вероятности. Которые могут быть определены на момент окончания исследования.

**7) Марковский процесс гибели и размножения- это процесс:**

- а) у которого есть начало и конец;
- б) у которого все события можно располагать в виде последовательности состояний;
- в) у которого все события расположены в виде замкнутого цикла;
- г) у которого все состояния можно вытянуть в одну цепочку, в которой каждое из средних состояний может переходить только в соседние состояния, которые в свою очередь переходят обратно, а крайние состояния переходят только в соседние;
- д) у которого все средние состояния могут переходить только в начальные или конечные.

**Рейтинг-контроль 2**

**1) Заявка на обслуживание в СМО поступает:**

- а) только в фиксированные моменты времени, которые распределены по определенному закону;
- б) в заранее известные моменты времени;
- в) в случайные моменты времени.

**2) Для описания входного потока требований в СМО надо задать:**

- а) общее число требований на обслуживание, которое может поступить в систему;
- б) общее число требований на обслуживание, которое может поступить в систему за фиксированный интервал времени;
- в) общее число требований на обслуживание на начало работы СМО;

г) вероятностный закон, определяющий последовательность моментов поступления требований на обслуживание.

**3). Метод Монте-Карло это:**

- а) метод решения алгебраических уравнений с переменными коэффициентами;
- б) метод решения алгебраических уравнений, коэффициенты которых заданы в виде случайных чисел;
- в) «розыгрыш» случайного явления с помощью специально организованной процедуры, включающей в себя случайность и дающей случайный результат;
- г) метод, позволяющий построить вероятностное распределение случайной величины;
- д) «розыгрыш» случайного явления с помощью специально организованной процедуры, включающей в себя случайность и дающей неслучайный результат.

**4). Статистической называется зависимость между случайными величинами:**

- а) если они подчиняются одному и тому же закону распределения;
- б) если изменение одной из величин влечет за собой изменение закона распределения другой величины;
- в) если зависимость может быть установлена только методом статистических испытаний;
- г) если зависимость описывается случайной функцией.

**5). Задача корреляционного анализа состоит в :**

- а) определении функциональной зависимости между двумя или большим числом переменных;
- б) определении законов распределения вероятностей случайных переменных, связанных функциональной зависимостью;
- в) оценки степени связности (тесноты, силы) двух или более явлений;
- г) оценке погрешности регрессионного уравнения.

**Рейтинг-контроль 3**

**1) При построении регрессионного уравнения предполагается, что:**

- а) зависимая и влияющая переменные могут подчиняться различным законам распределения;
- б) зависимая и влияющая переменные подчиняются нормальному закону распределения;
- в) зависимая и влияющая переменные подчиняются равномерному закону распределения;
- г) зависимая и влияющая переменные подчиняются обобщенному закону распределения Эрланга.

**2) Мультиколлинеарность –это:**

- а) по парная корреляция между влияющими факторами;
- б) по парная корреляция между зависимой переменной и влияющими факторами;
- в) по парная корреляция между коэффициентами регрессионного уравнения;
- г) по парная корреляция между экспериментальными значениями и расчетными значениями зависимой переменной, полученными из регрессионного уравнения.

**3) Мультиколлинеарность:**

- а) повышает значимость регрессионного уравнения;
- б) снижает погрешность приближения регрессионным уравнением значений зависимой переменной;
- в) снижает надежность коэффициентов регрессионного уравнения;
- г) повышает прогностическую способность найденного регрессионного уравнения.

**4) Адекватность найденного регрессионного уравнения проверяют:**

- а) по критерию Фишера;
- б) по критерию «хи-квадрат»;
- в) по критерию Стьюдента;
- г) по критерию Госсета;
- д) по критерию Колмогорова-Смирнова.

**5) Значимость коэффициентов регрессионного уравнения проверяют:**

- а) по критерию Фишера;
- б) по критерию «хи-квадрат»;
- в) по критерию Стьюдента;
- г) по критерию Госсета;
- д) по критерию Колмогорова-Смирнова.

**6) От каких факторов зависит ширина доверительного прогноза, составляемого с использованием метода экспоненциального сглаживания?**

- а) диапазона изменения значений временного ряда;
- б) количества членов временного ряда;
- в) количества членов временного ряда и степени инерционности процесса;
- г) диапазона изменения значений временного ряда и среднеквадратической ошибки модели;
- д) периода упреждения, степени инерционности процесса и среднеквадратической ошибки модели.

**7) В каком адаптивном методе предусмотрена корректировка параметров адаптации на каждом шаге:**

- а) Тейла-Вейджа;
- б) Хольта-Уинтерса;
- в) эволюции.

**8) Какая из формул используется для расчета прогнозных значений экономического показателя в модели Хольта-Уинтерса:**

- а)  $Y_p(t) = a(t) + b(t) * t$ ;
- б)  $Y_p(t + k) = [a(t) + k * b(t)] * F(t - L + k)$ ;
- в)  $a(t) = \alpha_1 * Y/F(t-L) + (1 - \alpha_1) * [a(t-1) + b(t-1)]$ ;
- г)  $b(t) = \alpha_3 * [a(t) - a(t - 1)] + (1 - \alpha_3) * b(t - 1)$ ?

**9) Сколько параметров адаптации используется в модели Е. Хольта:**

- а) один;
- б) два;
- в) три;
- г) только четное;
- д) только нечетное.

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

### *Контрольные вопросы к экзамену*

1. Основные понятия марковских процессов.
2. Непрерывные цепи Маркова
3. Финальные вероятности состояний
4. Марковский процесс гибели и размножения.
5. Моделирование систем массового обслуживания. Компоненты и классификация моделей обслуживания



6. Моделирование систем массового обслуживания. Компоненты и классификация моделей обслуживания.
7. Определение характеристик систем массового обслуживания.
8. Статистическое моделирование экономических систем. Теоретические основы метода.
9. Моделирование случайных величин.
10. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло
11. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа. Общие сведения.
12. Задачи корреляционного анализа.
13. Выборочные уравнения регрессии.
14. Основные понятия корреляционно-регрессионного анализа.
15. Исходные предпосылки регрессионного анализа и свойства оценок.
16. Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели
17. Мультиколлинеарность. Анализ и способы снижения влияния мультиколлинеарности на значимость модели.
18. Анализ факторов на управляемость.
19. Методы проверки значимости регрессионной модели
20. Нелинейная регрессия. Особенности и трудности построения нелинейных регрессионных уравнений.
21. Методы интеллектуального анализа данных в построении нелинейных регрессионных уравнений
22. Задачи интерполирования и экстраполирования детерминированных процессов Формула Ньютона.
23. Задачи интерполирования и экстраполирования детерминированных процессов. Формула Лагранжа.
24. Временные ряды.
25. Понятие и классификация временных рядов
26. Основные показатели изменения уровней временных рядов
27. Компоненты временного ряда
28. Исследование тенденции временных рядов Проверка гипотезы о существовании тренда.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

В плане самостоятельной работы студентами в течении семестра выполняется углубленный поиск и изучение материала по одной из предлагаемых актуальных тем и выполняется курсовой проект.

#### Темы СРС

- 1 Применение марковских случайных процессов для исследования информационных систем и технологий.
- 2 Использование теории СМО в моделировании информационных процессов.
- 3 Статистическое моделирование информационных процессов.
- 4 Корреляционно- регрессионный анализ, как средство исследования информационных процессов.
5. Модели прогнозирования процессов в информационных системах на основе временных рядов

Фонд оценочных средств 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
1	2	3
<b>Основная литература</b>		
1. Лыгина, Н. И. Моделирование : учебное пособие / Н. И. Лыгина, О. В. Лауферман. - Новосибирск : НГТУ, 2020. - 87 с. - ISBN 978-5-7782-4151-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778241510.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778241510.html</a>	2020	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778241510.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778241510.html</a>
2. Лисяк, В. В. Моделирование информационных систем : учебное пособие / Лисяк В. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 88 с. - ISBN 978-5-9275-2881-3. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL :	2018	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528813.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927528813.html</a> .
3. Лисяк, Н. К. Моделирование систем. Часть 1 : учебное пособие / Лисяк Н. К. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2017. - 106 с. - ISBN 978-5-9275-2504-1 Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL	2020	<a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927525041.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927525041.html</a>
4. Динамическое программирование в экономических задачах [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. В. Лежнёв. - 3-е изд. (эл.). - Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 179 с.). - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - Систем. требования: Adobe Reader XI ; экран 10".	2015	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
<b>Дополнительная литература</b>		
Статистические методы обработки экспериментальных данных с использованием пакета MathCad: Учебное пособие/Ф.И.Карманов, В.А.Острейковский - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 208 с.: 60x90 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-905554-96-4, 100 экз.	2015	<a href="http://www.Znanium.com/">http://www.Znanium.com/</a>
Охорзин В.А. Математическая экономика : Учебник / В.А. Охорзин. - М. : Абрис, 2012. - 263 с. : ил.режим доступа <a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>

### 6.2 Периодические издания

1. Математическое моделирование-журнал Российская академия наук, Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук
2. Теория и системы управления-журнал Известия РАН .
3. Информационно-управляющие системы-журнал Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения,

### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. [mathnet.ru>mm](http://mathnet.ru/mm)
2. [aup.ru](http://aup.ru)
3. [math.immf.ru>lections/301.html](http://math.immf.ru/lections/301.html)
4. [fadr.msu.ru>rin/ecol/model.htm](http://fadr.msu.ru/rin/ecol/model.htm)

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.

Практические занятия проводятся в компьютерных классах кафедры ВТиСУ 109-3, 111-3, 117-3, оснащенных современными персональными компьютерами с установленной операционной системой Windows 8 (10).

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MS DOS фирмы Microsoft (режим эмуляции), Windows 2008, MS Office 2010.

Рабочую программу составил



Чернов В.Г. ,  
профессор каф. ВТиСУ

Рецензент (представитель работодателя):  
директор ООО «АйТим»

Уланов Е.А.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Заведующий кафедрой



Ланцов В.Н.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии  
направления 09.04.03 Прикладная информатика

Протокол № 1 от 31.08.2021 года

Председатель комиссии



Чернов В.Г.