

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)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор
по образовательной деятельности

А.А.Панфилов

« 27 » 06 2019г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление подготовки

09.04.03 Прикладная информатика

Профиль/программа подготовки

Информационные системы и технологии
корпоративного управления

Уровень высшего
Форма обучения

магистратура
очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
1	4/144	18		18	72	экзамен (36 час.)
Итого	4/144	18		18	72	экзамен (36 час.)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование»:

- ознакомление магистрантов с основными подходами к организации и проведению научных исследований с использованием методов математического моделирования, которые будут необходимы им при работе над магистерской диссертацией, а также в последующей профессиональной деятельности;

- ознакомление магистрантов с основными теоретическими и практическими аспектами разработки математических моделей в различных прикладных областях;

Задачи:

- изучение теоретических основ методов, организации и проведения научных исследований;

- формирование представлений о современных направлениях и методах в области проведения научных исследований;

- формирование представлений о методах практического применения теории планирования научных экспериментов, методов анализа и обработки результатов научных исследований.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математическое моделирование» находится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины: «Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
ПК-3	Частичное	знать методы проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств; уметь выполнять проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств; владеть методами проектирования информационных процессов и систем с использованием инновационных инструментальных средств.
ПК-4	Частичное	знать методы применения эффективных проектных решений в условиях неопределенности и риска; уметь применять эффективные проектные решения в условиях неопределенности и риска; владеть методами применения эффективных проектных решений в условиях неопределенности и риска.

4 ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачетных ед., 144 час.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоёмкость (в часах)				Объем уч. работы с применением интерактивных методов (в час/%)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение	1	1	0,5				0,25/50	
2	Моделирование с использованием марковских случайных процессов	1	2-4	3,5		2	12	2,75/50	
3	Моделирование систем массового обслуживания	1	5-7			4	12	2/50	Рейтинг-контроль 1
4	Статистическое моделирование экономических систем	1	8-10	4		4	12	4/50	
5	Методы и модели прогнозирования временных рядов	1	11-15	6		4	12	5/50	Рейтинг-контроль 2
6	Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа	1	16-18	4		4	12	4/50	Рейтинг-контроль 3
Всего за 1 семестр				18		18	72	18/50	экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18		18	72	18/50	экзамен

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Введение.. Предмет и содержание дисциплины, взаимосвязь курса со смежными дисциплинами. Основные понятия и определения.

Тема 2 Моделирование с использованием марковских случайных процессов. Основные понятия марковских процессов. Классификация марковских случайных процессов. Граф состояний. Марковские цепи. Непрерывные и дискретные цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей. Уравнение Колмогорова. Финальные вероятности.

Тема 3. Моделирование систем массового обслуживания Предметом теории массового обслуживания. Компоненты и классификация моделей массового обслуживания. Определение характеристик систем массового обслуживания. Одноканальная модель с пуассоновским входным потоком с экспоненциальным распределением длительности обслуживания. Многоканальная модель с пуассоновским входным потоком и экспоненциальным распределением длительности обслуживания. Многоканальная система массового обслуживания с ожиданием.

Тема 4. Статистическое моделирование экономических систем. Теоретические основы метода. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий. Моделирование систем массового обслуживания с использованием метода Монте-Карло. Статистическое моделирование экономических систем.

Тема 5. Методы и модели прогнозирования временных рядов. Характеристика методов и моделей краткосрочного прогнозирования. Прогнозирование с помощью методов экстраполяции Методы и модели экспоненциальной взвешенной скользящей средней. Модель Хольта—Уинтерса Метод Тейла—Вейджа.

Тема 6. Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа. Общие сведения Исходные предпосылки регрессионного анализа и свойства оценок. Выявление наличия корреляционной связи между парой показателей и оценка ее тесноты. Подбор аналитической зависимости для описания взаимосвязи показателей и оценка параметров модели регрессии Оценка качества построенной модели. Этапы построения много-факторной корреляционно-регрессионной модели

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. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Математическое моделирование» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения

Активные и интерактивные методы обучения:

- *Интерактивная лекция (тема №1,2,3,4,5,6);*
- *Групповая дискуссия (тема №5,6).*

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль 1

1. Как можно оценить особенности законов распределения?
2. При каких условиях эмпирическая средняя стабилизируется относительно математического ожидания?
3. Что характеризует дисперсия?
4. Что характеризует математическое ожидание?
5. По каким критериям можно осуществить выбор закона распределения?
6. Какой закон лежит в основе метода статистических испытаний?
7. Какие исходные данные необходимо иметь для использования метода Монте-Карло?
8. Какие возможности обеспечивают методы статистических испытаний?

Рейтинг-контроль 2

1. Как определить стационарность случайного потока событий?
2. В чем заключается свойство ординарности случайного потока событий?
3. Что называется марковским случайным процессом?
4. Что называется марковской цепью?
5. Что называется вероятностью перехода?
6. Что называется непрерывной марковской цепью?
7. Как находятся вероятности состояний в непрерывной марковской цепи?
8. Как определяются финальные вероятности?
9. Необходимые и достаточные условия существования финальных вероятностей?
10. Какой марковский процесс называется процессом гибели и размножения?

Рейтинг-контроль 3

1. Как определяется система массового обслуживания?
2. Какие дисциплины обслуживания могут иметь место в системах массового обслуживания?
3. Какие реальные системы могут рассматриваться как системы массового обслуживания?
4. Какие законы распределения используются для описания процессов в системах массового обслуживания?
5. В чем состоят особенности закона Пуассона?
6. Как определяется статистическая зависимость?
7. В чем отличия между функциональной и статистической зависимостью?
8. Какие виды соединений рассматриваются в регрессионном анализе?
9. Что означает понятие «корреляция»?
10. Какие задачи изучаются в регрессионном анализе?
11. Какие задачи изучаются в корреляционном анализе?
12. Какой метод положен в основу определения коэффициентов регрессионного уравнения?
13. Что характеризует коэффициент корреляции?
14. Для чего используется коэффициент детерминации?
15. Что такое мультиколлинеарность?
16. Какими методами можно снизить мультиколлинеарность?
17. Чем отличаются адаптивные модели прогнозирования от кривых роста?
18. Как осуществляется дисконтирование временного ряда в моделях экспоненциального прогнозирования?
19. На какой гипотезе основывается статистический метод определения оптимальных значений параметров адаптации?
20. На какой гипотезе основывается динамический метод определения оптимальных значений параметров адаптации?

Тесты к самостоятельной работе студентов

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.

6) 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.

8) 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.

9) 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.

10. 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.

11. 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.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. Значимость коэффициентов регрессионного уравнения проверяют:
- по критерию Фишера;
 - по критерию «хи-квадрат»;
 - по критерию Стьюдента;
 - по критерию Госсета;
 - по критерию Колмогорова-Смирнова.
18. От каких факторов зависит ширина доверительного прогноза, составляемого с использованием метода экспоненциального сглаживания?
- диапазона изменения значений временного ряда;
 - количества членов временного ряда;
 - количества членов временного ряда и степени инерционности процесса;
 - диапазона изменения значений временного ряда и среднеквадрат. ошибки модели;
 - периода упреждения, степени инерционности процесса и среднеквадратической ошибки модели.
19. В каком адаптивном методе предусмотрена корректировка параметров адаптации на каждом шаге:
- Тейла-Вейджа;
 - Хольта-Уинтерса;
 - эволюции.
20. Какая из формул используется для расчета прогнозных значений экономического показателя в модели Хольта-Уинтерса:
- $Y_p(t) = a(t) + b(t) * t$;
 - $Y_p(t + k) = [a(t) + k * b(t)] * F(t - L + k)$;
 - $a(t) = \alpha_1 * Y / F(t - L) + (1 - \alpha_1) * [a(t - 1) + b(t - 1)]$;
 - $b(t) = \alpha_3 * [a(t) - a(t - 1)] + (1 - \alpha_3) * b(t - 1)$?
21. Сколько параметров адаптации используется в модели Е. Хольта:
- один;
 - два;
 - три;
 - только четное;
 - только нечетное.
22. Сплайны можно использовать для адекватного отображения тенденций временного ряда:
- для произвольных функций;
 - для функций, имеющих непрерывные первую и вторую производные;
 - для функций, имеющих разрывы первого и второго родов;
 - для функций с разрывной первой производной;
 - для функций имеющих непрерывную первую и разрывную вторую производные.

Промежуточная аттестация – экзамен.

Экзаменационные вопросы

- Как определяется Марковская цепь?
- Что понимается под Марковским процессом?
- Как определяются непрерывные Марковские цепи?
- Сформулируйте необходимые и достаточные условия существования финальных вероятностей.
- Как определяются финальные вероятности?
- Как определяется процесс гибели и размножения?
- Что является предметом рассмотрения теории МО?
- Как определяется одноканальная СМО?
- Как определяется одноканальная СМО с ожиданием?

10. Как определяются многоканальные СМО?
11. Как определяются многоканальные СМО с ожиданием?
12. Каким законом распределения описываются потоки заявок в СМО?
13. Какие методы используются для моделирования случайных величин?
14. Как моделируются СМО с использованием метода Монте-Карло?
15. Как моделируются потоки отказов элементов сложных технических систем?
16. Сформулируйте задачи корреляционно-регрессионного анализа.
17. Исходные предпосылки регрессионного анализа и свойства оценок.
18. Этапы построения многофакторной корреляционно-регрессионной модели.
19. Как выполняется снижение влияния мультиколлинеарности на значимость корреляционно-регрессионной модели?
20. В чем заключается процедура отбора значимых факторов?
21. Как определяется временной ряд?
22. Как выполняется прогнозирование с помощью метода экстраполяции?
23. Как выполняется оценка математической модели прогнозирования?
24. Как выполняется выбор математической модели прогнозирования?

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература*			
1.Афанасьев В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование [Электронный ресурс]: учебник/ Афанасьев В.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 295 с.	2018		http://www.iprbookshop.ru/78217.html
2.Акамсина Н.В. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Акамсина Н.В., Лемешкин А.В., Сербулов Ю.С.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский госу-дарственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 67 с.	2016		http://www.iprbookshop.ru/59118.html
3.Мочалов В.П. Модели массового обслуживания в информационных системах [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мочалов В.П., Братченко Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016	2016		http://www.iprbookshop.ru/66031.html
4.Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]/ Боев В.Д., Сыпченко Р.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-	2016		http://www.iprbookshop.ru/73655.html

Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 525 с			http://www.iprbookshop.ru/73655.html
5.Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Ашихмин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2016.— 440 с.	2016		http://www.iprbookshop.ru/66414.html
Дополнительная литература			
Воскобойников Ю.Е. Построение регрессионных эконометрических моделей (с примерами в Excel) [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воскобойников Ю.Е.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), ЭБС АСВ, 2014.— 226 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/68827.html .— ЭБС «IPRbooks»	2014		http://www.iprbookshop.ru/68827.html .
Салмина Н.Ю. Моделирование систем. Часть I [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Салмина Н.Ю.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013.— 118 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/72137.html .— ЭБС «IPRbooks»	2013		http://www.iprbookshop.ru/72137.html

7.2. Периодические издания

1. «Математическое моделирование»-журнал
2. «Теория управляющих систем» - журнал
3. «Информационно-управляющие системы» - журнал

7.3. Интернет-ресурсы

1. mathnet.ru>mm
2. aup.ru
3. math.immf.ru>lections/301.html
4. fadr.msu.ru>rin/ecol/model.htm

8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, лабораторного типа, групповых консультаций, текущего контроля. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории «Информационные системы и технологии»

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения: MATLAB, пакеты ANYLOGIC, Excel.

Рабочую программу составил профессор каф. ВТ и СУ _____ В.Г.Чернов

Рецензент
Генеральный директор
ООО «АЙТИМ»

_____ ЕА.Уланов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ
Протокол № 2 от 26.06.19 года

Заведующий кафедрой

_____ В.Н.Ланцов

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

Протокол № 2 от 27.06.19 года

Председатель комиссии

_____ А.Б.Градусов