

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
« 17 » 09 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»

Направление подготовки **09.04.03 Прикладная информатика**

Программа подготовки **Информационные системы и технологии
корпоративного управления**

Уровень высшего образования **магистратура**

Форма обучения **очная**

Семестр	Трудоем- кость зач, ед, час.	Лек- ций, час.	Практик. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экс./зачет)
1	4/144	18		36	45	экзамен (45 час.)
Итого	4/144	18		36	45	экзамен (45 час.)

Владимир, 2018

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) «Математическое моделирование» являются:
-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;

В процессе освоения данной дисциплины магистрант формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

демонстрировать способность самостоятельного освоения основных методов создания математических моделей, оценки их эффективности;

знать и использовать на практике методы построения математических моделей, анализа и обработки данных, полученных в процессе научных исследований;

Задачи дисциплины:

- 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

В структуре ОПОП ВО по направлению 09.04.03 "Прикладная информатика" дисциплина «Математическое моделирование» относится к базовой части учебного плана.

По дисциплина «Математическое моделирование» находится во взаимосвязи с дисциплинами «Методы исследования и моделирования информационных процессов и технологий», «Методы, организация и проведение научных исследований».

Для освоения дисциплины «Математическое моделирование» из математики и дискретной математики магистрант должен знать и уметь применять основные математические методы, которые могут быть использованы в процессе создания рациональных планов проведения экспериментов, анализе и обработке экспериментальных данных, знать и владеть принципами системного анализа, знать основные положения теории вероятностей и математической статистики и условия их корректного применения, знать и владеть методами применения современных программных средств как для использования соответствующих пакетов прикладных программ, так и для разработки программных средств прикладного назначения.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции

- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала (ОК-3);

- способностью на практике применять новые научные принципы и методы исследований (ОПК-5);

- способностью использовать и развивать методы научных исследований и инструментария в области проектирования и управления ИС в прикладных областях (ПК-1);
- способностью формализовывать задачи прикладной области, при решении которых возникает необходимость использования количественных и качественных оценок (ПК-2);
- способностью ставить и решать прикладные задачи в условиях неопределенности и определять методы и средства их эффективного решения (ПК-3);
- способностью анализировать данные и оценивать требуемые знания для решения нестандартных задач с использованием математических методов и методов компьютерного моделирования (ПК-8).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1. Знать: основные методы построения математических моделей в различных прикладных областях;

2. Уметь: формулировать задачи по проведению научных исследований, выбирать и применять на практике методы построения математических моделей, управлять знаниями в условиях формирования и развития информационного общества: анализировать, синтезировать и критически резюмировать и представлять информацию, на практике применять новые научные принципы и методы исследований, применять различные научные подходы к автоматизации информационных процессов и информатизации организаций;

3. Владеть: методами анализа задач прикладной области, методами планирования экспериментов, средствами инструментальной поддержки формирования для соответствующих задач при проведении научных исследований.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных ед. (144 часов)

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)					Объем уч. работы с применением интерактивных методов (в час/%)	Формы текущего контроля успеваемости и Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Прак. зан.	Лаб. раб.	Контрольные работы	СРС		
1	Введение									
2	Моделирование с использованием марковских случайных процессов	1	1	2				6	1/50	
3	Марковские цепи	1	2,3	2		8		6	5/50	
4	Моделирование систем массового обслуживания	1	4-6	4				4	2/50	1 р-к
5	Статистическое моделирование экономических систем	1	7-8	2		16		7	9/50	
6	Методы и модели прогнозирования временных рядов	1	9-15	4		8		15	6/50	2 р-к
7	Методы и модели корреляционно-регрессионного анализа	1	16-18	4		4		7	4/50	3 р-к
	Итого			18		36		45	27/50%	экзамен

Лекции

1. Введение
2. Моделирование с использованием марковских случайных процессов.
Основные понятия марковских процессов. Классификация марковских случайных процессов. Граф состояний.
3. Марковские цепи.
Непрерывные и дискретные цепи Маркова. Матрица переходных вероятностей. Уравнение Колмогорова. Финальные вероятности.
4. 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.

5. 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.
6. 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.
7. 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

Лабораторные занятия

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

Чтение лекций проводится в аудитории, оборудованной компьютером, и мультимедиа-проектором. Лекции в необходимом объеме сопровождаются демонстрацией слайдов, которые выдаются студентам в электронном формате PDF и доступны при подготовке к экзамену. При чтении лекций по большинству тем используются демонстрационные программы, составленные в среде Excell.

Лабораторные работы проводятся в аудитории, оснащенной персональными компьютерами

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

Основные учебные материалы, рекомендованные для самостоятельной работы студентов, включая интернет-ресурсы, приведены в разделе 6.

Текущий контроль успеваемости выполняется с помощью рейтинг-контроля. Для промежуточной аттестации знаний по дисциплине предусмотрен экзамен, экзаменационные вопросы приведены далее.

Вопросы к рейтинг-контролю знаний студентов

1-й рейтинг-контроль

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?

2-й рейтинг-контроль

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?

3- рейтинг-контроль

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:
- а) по критерию Фишера;
 - б) по критерию «хи-квадрат»;
 - в) по критерию Стьюдента;
 - г) по критерию Госсета;
 - д) по критерию Колмогорова-Смирнова.
18. 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 среднеквадрат. ошибки модели;
 - д) периода упреждения, степени инерционности процесса и среднеквадратической ошибки модели.
19. В каком адаптивном методе предусмотрена корректировка параметров адаптации на каждом шаге:
- а) Тейла-Вейджа;
 - б) Хольта-Уинтерса;
 - в) эволюции.
20. 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) $b(t) = \alpha_3 * [a(t) - a(t - 1)] + (1 - \alpha_3) * b(t - 1)$?
21. Сколько параметров адаптации используется в модели Е. Хольта:
- а) один;
 - б) два;
 - в) три;
 - г) только четное;
 - д) только нечетное.
22. Сплайны можно использовать для адекватного отображения тенденций временного ряда:
- а) для произвольных функций;

- б) для функций, имеющих непрерывные первую и вторую производные;
- в) для функций, имеющих разрывы первого и второго родов;
- г) для функций с разрывной первой производной;
- д) для функций имеющих непрерывную первую и разрывную вторую производные.

Экзаменационные вопросы

1. Как определяется Марковская цепь?
2. Что понимается под Марковским процессом?
3. Как определяются непрерывные Марковские цепи?
4. Сформулируйте необходимые и достаточные условия существования финальных вероятностей.
5. Как определяются финальные вероятности?
6. Как определяется процесс гибели и размножения?
7. Что является предметом рассмотрения теории МО?
8. Как определяется одноканальная СМО?
9. 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?

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература

1. 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". Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/>
2. 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.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/78217.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Акамсина Н.В. Моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Акамсина Н.В., Лемешкин А.В., Сербулов Ю.С.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 67 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/59118.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Афонин В.В. Моделирование систем [Электронный ресурс]/ Афонин В.В., Федосин С.А.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 269 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/52179.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. 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.— 126 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66031.html>.— ЭБС «IP

б) дополнительная литература

1. Боев В.Д. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс]/ Боев В.Д., Сыпченко Р.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.— 525 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/73655.html>.— ЭБС «IPRbooks»1. Охорзин В.А. Математическая экономика : Учебник / В.А. Охорзин. - М. : Абрис, 2012. - 263 с. : ил.режим доступа<http://www.studentlibrary.ru/>
2. Моделирование информационных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Шелухин О.И. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201933.html>
3. Балдин К. В. Математическое программирование: Учебник / К. В. Балдин, Н. А. Брызгалов, А. В. Рукоусев. / Под общ. ред. д.э.н., проф. К. В. Балдина. - 2-е изд. - М.: Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2012. - 220 с. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/>
4. Экономико-математическое моделирование [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.И. Гусева. - 2-е изд., стереотип. - М. : ФЛИНТА, 2011. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785893499766.html>
5. Катулев А.Н. Математические методы в системах поддержки принятия решений : Учеб. пособие / А.Н. Катулев, Н.А. Северцев. - М. : Абрис, 2012. - 311 с. : ил. Режим доступа <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.Н. Ашихмин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2016.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66414.html>.— ЭБС «IPRbooks»
7. 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»

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. [mathnet.ru»mm](http://mathnet.ru/mm)
2. 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)

г) периодические издания

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

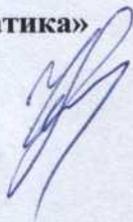
8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лабораторные занятия проводятся в компьютерном классе на 12 рабочих мест, что позволяет работать магистрантам в индивидуальном режиме.

Магистранты имеют возможность доступа к локальной сети кафедры и сети университета.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС
ВО по направлению «**Прикладная информатика**»

Рабочую программу составил



В.Г.Чернов
д.э.н., профессор

Рецензент
Начальник отдела планирования и
развития Владимирского городского
ипотечного фонда, к.э.н.



А.П.Чернявский

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТ и СУ

Протокол № 1 от 14.9.18 года

Заведующий кафедрой



В.Н.Ланцов

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

Протокол № 1 от 14.9.18 года

Председатель комиссии



А.Б.Градусов