

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

« 24 » 06

2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ИМИТАЦИОННОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»**

Направление подготовки

**09.03.03 Прикладная информатика**

Профиль/программа подготовки

**Прикладная информатика в экономике**

Уровень высшего образования

**бакалавриат**

Форма обучения

**заочная**

Семестр	Трудоем- кость зач. ед./ час.	Лек- ции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного аттестации (экз./зачет/зачет с оценкой)
7	5/180	8	8	6	131	экзамен (27 час.)
Итого	5/180	8	8	6	131	экзамен (27 час.)

Владимир, 2019

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины «Имитационное математическое моделирование» - ознакомление студентов с основами математического и имитационного моделирования как методологического инструмента в профессиональной деятельности для исследования процессов и систем в различных предметных областях;

- ознакомление студентов с основными современными научно-практическими и методическими направлениям и методами создания математических и имитационных моделей и выполнения исследований с их использованием.

### *Задачи:*

- изучение теоретических основ методов построения и использования математических и имитационных моделей;

- формирование представлений о современных направлениях и методах в области математического и имитационного моделирования применительно к процессам в различных прикладных областях;

- формирование представлений о методах практического применения математических и имитационных моделей в задачах, связанных с исследованиями в различных прикладных областях.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Имитационное и математическое моделирование» находится в части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Пререквизиты дисциплины: «Дискретная математика», «Теория систем и системный анализ».

## 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-5	Частичное	<b>знать</b> методы моделирования прикладных (бизнес) процессов и предметной области; <b>уметь</b> моделировать прикладные (бизнес) процессы и задачи предметной области; <b>владеть</b> методами моделирования прикладных (бизнес) процессов и предметной области.

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, и трудоемкость (в часах)				Объем уч. работы с применением интерактивных методов (в час/%)	Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации
				Лекции	Прак. зан.	Лаб. раб.	СРС		
1	Основные понятия теории математического моделирования	7	1-2	2			11	1/50	
2	Методы и средства математического моделирования		3-5		2	2	30	2/50	
3	Имитационное моделирование. Основные понятия и определения		6-9	2	2		30	2/50	Рейтинг-контроль 1
4	Технология имитационного моделирования		10-14	2	2	2	30	3/50	Рейтинг-контроль 2
5	Основы теории планирования эксперимента		15-18	2	2	2	30	350	Рейтинг-контроль 3
Всего за 7 семестр				8	8	6	131	11/50	экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР					-				
Итого по дисциплине				<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>131</b>	<b>11/50</b>	<b>экзамен</b>

#### Содержание лекционных занятий по дисциплине

##### Тема 1. Основные понятия теории математического моделирования.

Общая характеристика методов и средств моделирования. Системный подход в моделировании систем. Классификация видов моделирования. Характеристики моделей систем.

##### Тема 2. Методы и средства математического моделирования.

Роль исследователя в процессе моделирования. Этапы построения математических моделей. Проверка адекватности модели. Корректировка модели. Оптимизация модели. Рекомендации по уменьшению сложности модели. Математические схемы. Языки математического моделирования.

##### Тема 3. Имитационное моделирование.

Основные понятия и определения. Сущность метода имитационного моделирования. Виды имитационного моделирования. Дискретно событийное моделирование. Агентное моделирование. Системная динамика.

**Тема 4.** Технология имитационного моделирования.

Основные этапы. Языки имитационного моделирования. Испытания имитационных моделей. Идентификация законов распределения. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло).

**Тема 5.** Основы теории планирования эксперимента.

Стратегическое и тактическое планирование. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Виды эксперимента и их особенности. Полный факторный эксперимент. Дробный факторный эксперимент.

**Содержание практических занятий по дисциплине**

1. Расчет основных характеристик системы массового обслуживания.
2. Идентификация законов распределения на основе критериев согласия.
3. Построение матрицы эксперимента полного факторного эксперимента.
4. Построение регрессионного уравнения на основе теории планирования эксперимента.

**Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

1. Принципы построения модели в AnyLogic
2. Построение имитационной модели обработки груза в порту - перегрузка с вагонов на суда.
3. Построение имитационной модели процесса обслуживания клиентов и исполнения их поручений в банке Работа в AnyLogic
4. Построение имитационной модели работы склада оптовой продукции.
5. Построение имитационной модели системы пропуска зрителей на стадион.

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

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

Активные и интерактивные методы обучения:

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

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

Текущий контроль успеваемости.

Вопросы к рейтинг-контролю знаний студентов

**Рейтинг-контроль 1**

1. Способы исследования систем, возможности и особенности
2. В чем состоит системный подход в моделировании систем?
3. На каких принципах основана классификация видов моделирования?

4. Какие характеристики моделей систем применяются в моделировании?
5. В чем заключается роль исследователя в процессе моделирования?
6. Из каких этапов состоит построение математических моделей?

### **Рейтинг–контроль 2**

1. Назовите требования, предъявляемые к моделям.
2. Физическое, аналитическое и имитационное моделирование. Условия использования.
3. Из каких этапов состоит процесс построения математических моделей?
4. Как выполняется проверка адекватности модели.
5. Как выполняется корректировка модели?
6. Как может выполняться оптимизация модели?
7. Каковы рекомендации по уменьшению сложности модели.
8. Математические схемы.
9. Языки математического моделирования.

### **Рейтинг-контроль 3**

1. Дайте понятие имитационной модели и ее взаимодействие с другими видами моделей.
2. В чем состоит сущность метода имитационного моделирования?
3. Какие виды имитационного моделирования известны?
4. Назовите основные этапы имитационного моделирования.
5. Языки имитационного моделирования.
6. Как выполняется испытание имитационных моделей.
7. Идентификация законов распределения.
8. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло).
9. Планирование эксперимента. Стратегическое и тактическое планирование.
10. Виды экспериментов.
11. Как организуется полный факторный эксперимент?

### **Самостоятельная работа студентов**

#### *Темы для самостоятельной проработки*

1. Этапы построения математических моделей.
2. Классификация видов моделирования.
3. Агентное моделирование.
4. Идентификация законов распределения.
5. Виды эксперимента и их особенности.

### **Рекомендации к самостоятельной работе студентов по дисциплине**

В процессе самостоятельной работы студент может воспользоваться электронной версией конспекта лекций по дисциплине, содержание разделов которого соответствует содержанию разделов, приведенных п. 4 «ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ» рабочей программы.

Кроме того, для изучения отдельных разделов студентам рекомендуются соответствующие главы и разделы литературных источников из основного и дополнительного списков.

Тема 1. Основные понятия теории математического моделирования. При изучении материалов первого раздела студент должен особое внимание уделить вопросам адекватности моделей процессам и системам и процедурам ее подтверждения.

Рекомендуемая литература:

1. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черняева С.Н., Денисенко В.В. – Электрон. текстовые данные. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. – 96 с. – Режим доступа: <http://ww/iprbookshop.ru/50630>. – ЭБС «IPRboors»

2. Войнов К.Н. Имитационное моделирование в теории и на практике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Войнов К.Н. - Электрон. текстовые данные. – СПб.: Университет ИТМЦ, Иститут хоода и биотехнологий, 2014. – 65 с - Режим доступа: <http://ww/iprbookshop.ru/66455.html>. – ЭБС «IPRboors».

## Тема 2. Методы и средства математического моделирования

Во втором разделе следует обратить внимание на условия применения детерминированных и стохастических моделей. А также условиям целесообразности использования математических моделей, их достоинствам и недостаткам.

Рекомендуемая литература:

1. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Уч.пос./ Г.К.Сосновиков, Л.А.Воробейчиков. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 112 с.: ISBN 978-5-00091-035-1/ Режим доступа: <http://znanium.com/>.

2. Фомин В.Г. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фомин В.Г. - Электрон. текстовые данные. – Саратов: Саратовский ун-т.

## Тесты для самостоятельной работы

1. Реальные экономические системы:
  - а) без ограничений экспериментировать с ними;
  - б) принципиально не позволяют экспериментировать над ними;
  - в) экспериментировать в заранее установленных пределах;
  - г) экспериментировать в течение ограниченного интервала времени.
2. Аналитические модели:
  - а) дают точное описание реальной системы;
  - б) используют словесное описание реальной системы;
  - в) во многих случаях позволяют получить приближенное описание реальной системы;
  - г) являются труднообозримыми;
  - д) являются более обозримыми, чем статистические;
  - е) используют математические соотношения и описания.
3. Статистические модели:
  - а) требуют меньших вычислительных ресурсов, чем аналитические;
  - б) являются более грубыми, чем аналитические;
  - в) требуют больших вычислительных ресурсов, чем аналитические;
  - г) могут быть более точными, чем аналитические.
4. Имитационная модель – это:
  - а) физическая модель исследуемого объекта;
  - б) логико-математическая модель;
  - в) модель, представленная в виде системы дифференциальных уравнений;
  - г) программа для ЭВМ.
5. Имитационные модели:
  - а) могут формировать собственные решения;
  - б) могут только частично формировать собственные решения;
  - в) являются только средствами анализа.
6. Имитационные модели целесообразно применять:
  - а) при наличии законченной математической постановки задачи;
  - б) когда аналитическая модель не требует больших затрат ресурсов;

- в) когда исследуются очень инерционные системы;
  - г) когда кроме конкретных значений требуется получить представление о поведении исследуемой системы.
7. Детерминированные системы характеризуются тем, что:
- а) при одних и тех же начальных условиях она может иметь несколько траектории перехода из одного состояния в другое;
  - б) в них траектории перехода известны только при некоторых наборах начальных значений;
  - в) при одних и тех же начальных условиях возможна только одна траектория перехода;
  - г) траектория движения может изменяться произвольным образом.
8. В стохастических системах:
- а) случайным образом изменяются начальные условия;
  - б) траектории движения формируются внешним источником случайным образом;
  - в) при некоторых наборах начальных значений траектории движения формируются случайным образом;
  - г) даже при одних и тех же начальных условиях траекторий движения может быть несколько и конечная точка определяется только с некоторой вероятностью.
9. Трансляция модели – это процесс:
- а) проверки адекватности модели реальной системе;
  - б) проверки логики разработанной программы;
  - в) проверки правильности текста программы;
  - г) проверки выполнения начальных условий;
  - д) проверки выполнения условий ограничений;
  - е) проверки возможности выполнения программы на конкретном компьютере;
  - ж) перевода текста программы в машинный код.
10. Верификация модели – это процесс:
- а) проверки логики разработанной модели;
  - б) проверки выполнения начальных условий и ограничений;
  - в) проверки правильности написания программы при использовании конкретного языка программирования;
  - г) проверки соответствия программы техническим характеристикам конкретного компьютера;
  - д) определения количества прогонов программы;
  - е) проверки адекватности модели реальной системе.
11. Валидация – это процесс:
- а) проверки текста программы на соответствие требованиям конкретного языка программирования;
  - б) проверки соответствия программы и оценки точности полученных результатов;
  - в) установления соответствия программы техническим характеристикам компьютера;
  - г) определения количества прогонов программы;
  - д) тестирование отдельных частей программы;
  - е) оценки времени выполнения программы.
12. Метод Монте-Карло позволяет:
- а) оценить точность имитационного эксперимента;
  - б) уменьшить объем выборки экспериментальных данных;
  - в) построить имитационную модель исследуемого процесса;
  - г) определить характер функциональной зависимости между влияющими факторами и зависимой переменной.

13. По каким критериям можно идентифицировать закон распределения:
- а) по критерию «хи-квадрат»;
  - б) по значению коэффициента корреляции;
  - в) по критерию Колмогорова-Смирнова;
  - г) по критерию минимума среднеквадратичной ошибки;
  - д) по значениям математического ожидания и дисперсии.
14. Стратегическое планирование эксперимента позволяет:
- а) уменьшить время одного прогона эксперимента;
  - б) сократить объем экспериментальной выборки;
  - в) составить общий план эксперимента, чтобы получить необходимые сведения;
  - г) определить начальные условия для проведения эксперимента
15. Тактическое планирование эксперимента позволяет:
- а) определить условия проведения одного прогона эксперимента;
  - б) определить необходимое количество прогонов экспериментов;
  - в) определить количество влияющих факторов, учитываемых в имитационном эксперименте;
  - г) получить аналитическую модель, связывающую зависимую переменную и влияющие факторы.

### *Промежуточная аттестация*

#### **Вопросы к экзамену**

1. Способы исследования систем, возможности и особенности
2. В чем состоит системный подход в моделировании систем?
3. На каких принципах основана классификация видов моделирования?
4. Какие характеристики моделей систем применяются в моделировании?
5. В чем заключается роль исследователя в процессе моделирования?
6. Из каких этапов состоит построение математических моделей?
7. Какие требования предъявляются к моделям?
8. В чем состоят особенности физического, аналитического и имитационного моделирования?
9. Из каких этапов состоит процесс построения математических моделей?
10. Как выполняется проверка адекватности модели?
11. Как выполняется корректировка модели?
12. Как может выполняться оптимизация модели?
13. Рекомендации по уменьшению сложности модели.
14. Математические схемы.
15. Языки математического моделирования.
16. Понятие имитационной модели и ее взаимодействие с другими видами моделей.
17. В чем состоит сущность метода имитационного моделирования?
18. Какие виды имитационного моделирования известны?
19. Основные этапы имитационного моделирования
20. Языки имитационного моделирования.
21. Как выполняется испытание имитационных моделей?
22. В чем состоит процесс идентификация законов распределения?
23. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло).
24. Планирование эксперимента. Стратегическое и тактическое планирование
25. Виды экспериментов.
26. Как организуется полный факторный эксперимент?



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. Эльберг М.С. Имитационное моделирование/М.С. Эльберг Электрон. ресурс.— СФУ, 2018.— 96 с.	2018		<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2. Черняева С.Н. Имитационное моделирование систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Черняева С.Н., Денисенко В.В.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016.— 96 с.	2016		<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
3. Компьютерное моделирование. Практикум по имитационному моделированию в среде GPSS World: Уч. пос. / Г.К. Сосновиков, Л.А. Воробейчиков. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 112 с.: 70x100 1/16. - (ВО: Бакалавриат). (о) ISBN 978-5-00091-035-1	2015		<a href="http://znanium.com/">http://znanium.com/</a>
4. Войнов К.Н. Имитационное моделирование в теории и на практике [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Войнов К.Н.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2014.— 65 с.			<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Дополнительная литература			
1. Лычкина Н.Н. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие.-М.:Инфра-,М,2012.-254с.- (Высшее образование). ISBN 978-5-16-004675-4	2012		<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
2. Емельянов А.А. и др. Имитационное моделирование экономических процессов:/ учебное пособие /А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; Под ред. А.А. Емельянова.- Финансы и статистика,2008.- 368с.:илл.ISBN 5-279-02572-0	2012		<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>

3. Фомин В.Г. Имитационное моделирование [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Фомин В.Г.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2015.— 87 с	2015		<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a> »
---	------	--	---

#### 7.2 Периодические издания

1. Прикладная информатика
2. Информационно-управляющие системы
3. Современные проблемы науки и образования


#### 7.3. Интернет-ресурсы:

<http://www.gpss.ru/index-h.html>, <http://www.wintersim.org/prog99.htm>,  
<http://www.exponenta.ru/educat/class/courses/ode/theme17/theory.asp>,  
<http://www.xjtek.ru/downloads/book>,  
[www.minutemansoftware.com](http://www.minutemansoftware.com)

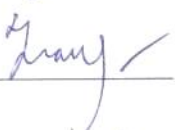
### **8.МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий практического/лабораторного типа, групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. 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 № 6 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 24.06.19 года

Председатель комиссии

\_\_\_\_\_  А.Б.Градусов