

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



А.А.Панфилов

« 04 » 02 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**«СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ»**  
(наименование дисциплины)

Направление подготовки: 27.04.01 "Стандартизация и метрология"

Профиль/программа подготовки

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
1	3/108		18	18	72	зачет
Итого	3/108		18	18	72	зачет

Владимир 2015

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Современные методы математического моделирования» являются ознакомление студентов с теорией и практикой математического моделирования объектов, явлений, систем для решения задач в областях метрологии и стандартизации. Сформировать у студентов навыки самостоятельной разработки применения на практике методов математического моделирования применительно к решению задач метрологии и стандартизации. Сформировать у студентов навыки использования программных систем и комплексов применяемых для решения задач математического моделирования объектов, явлений и систем.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО**

Дисциплина «Современные методы математического моделирования» относится к базовой части блока №1 основной профессиональной образовательной программы по направлению магистратуры 27.04.01 "Стандартизация и метрология".

Полученные навыки и знания будут использованы при изучении дисциплин «Статистические методы контроля и управления качеством бизнес-процессов», «Основы теории эксперимента», «Метрологическое обеспечение производства и эксплуатации технических объектов», «Методы получения, обработки и преобразования измерительной информации», а также при подготовке выпускной квалификационной работы.

Данная дисциплина может рассматриваться как одна из основополагающих для последующей профессиональной подготовки студентов магистратуры по направлению 27.04.01 "Стандартизация и метрология".

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

- 1) Знать: основные методы математического моделирования, виды и характеристики математических моделей, показатели качества математических моделей (ОК-1, ОК-3);
- 2) Уметь: разработать и верифицировать математическую модель, определить ее погрешность и адекватность решаемой задаче, провести моделирование процесса, объекта, системы на основе полученной математической модели, провести анализ результатов моделирования (ОК-1, ОК-3);
- 3) Владеть: навыками моделирования, применения основных программных комплексов для моделирования объектов, систем, процессов, решать типовые задачи методами математического моделирования в области метрологии и стандартизации (ОК-1, ОК-3).

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	<b>Раздел 1. Основные положения математического моделирования. Вероятностные модели объектов и процессов в областях метрологии и стандартизации.</b>										
2	Тема 1. Моделирование метрологических характеристик измерительных систем.	1	1-2		2	2		8		2/50	рейтинг-контроль №1
3	Тема 2. Моделирование метрологических характеристик систем допускового контроля.	1	3-4		2	2		8		2/50	
4	Тема 3. Оптимальные математические модели метрологических характеристик измерительных систем.	1	5-6		2	2		8		2/50	
5	<b>Раздел 2. Статистические одномерные модели объектов в метрологии и стандартизации.</b>										
6	Тема 4. Точечные и интервальные оценки параметров законов распределения вероятностей. Проверка параметрических гипотез.	1	7-8		2	2		8		2/50	рейтинг-контроль №2
7	Тема 5. Проверка непараметрических гипотез. Идентификация закона распределения вероятностей случайной величины.	1	9-10		2	2		8		2/50	
8	Тема 6. Дисперсионный анализ.	1	11-12		2	2		8		2/50	
9	<b>Раздел 3. Регрессионные модели объектов и процессов в метрологии и стандартизации.</b>										
10	Тема 7. Линейные регрессионные модели.	1	13-14		2	2		8		2/50	рейтинг-контроль №3
11	Тема 8. Нелинейные регрессионные модели.	1	15-16		2	2		8		2/50	
12	Тема 7. Оптимальные математические модели на основе регрессионных моделей.	1	17-18		2	2		8		2/50	
<b>Всего</b>					<b>18</b>	<b>18</b>		<b>72</b>		<b>18/50</b>	<b>Зачет</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 27.04.01 "Стандартизация и метрология" реализация подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой. Образовательные технологии, используемые в процессе обучения приведены в следующей таблице

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Образовательные технологии, используемые при реализации различных видов учебной работы	
		Практические занятия	Лабораторные работы
1	Раздел 1. Основные положения математического моделирования. Вероятностные модели объектов и процессов в областях метрологии и стандартизации.	Компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций в области математического моделирования, мастер-классы экспертов и специалистов на основе webinar.	Компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, тренинги по применению программных систем и комплексов в области математического моделирования.
2	Раздел 2. Статистические одномерные модели объектов в метрологии и стандартизации.	Компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций в области математического моделирования, мастер-классы экспертов и специалистов на основе webinar.	Компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, тренинги по применению программных систем и комплексов в области математического моделирования.
3	Раздел 3. Регрессионные модели объектов и процессов в метрологии и стандартизации.	Компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, презентации и опорные конспекты, материалы вузовских и внутривузовских телеконференций в сети Internet, а также материалы международных и российских научных конференций в области математического моделирования, мастер-классы экспертов и специалистов на основе webinar.	Компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций, тренинги по применению программных систем и комплексов в области математического моделирования.

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

Для текущего контроля успеваемости применяется рейтинг-контроль, проводимый на 6-й, 12-й и 17-й неделе. Промежуточная аттестация проводится в форме зачета.

### **Контрольные вопросы для рейтинг-контроля**

#### **1-й рейтинг-контроль**

1. Основные понятия о математическом моделировании. Классификация задач и видов математических моделей.
2. Основные понятия об адекватности и погрешности математической модели. Процедура верификации математической модели.
3. Моделирование метрологических характеристик измерительных систем. Постановка задачи. Виды моделей.
4. Постановка модельного эксперимента. Представление результатов математического моделирования. Анализ полученных данных.
5. Моделирование метрологических характеристик систем допускового контроля. Постановка задачи. Виды моделей.
6. Оптимальные вероятностные модели метрологических характеристик измерительных систем.
7. Оптимальные вероятностные модели. Критерии оптимизации при математическом моделировании метрологических характеристик измерительных систем.
8. Методы оптимизации при математическом моделировании метрологических характеристик измерительных систем.
9. Оптимальные вероятностные модели метрологических характеристик систем допускового контроля.
10. Оптимальные вероятностные модели. Критерии оптимизации при математическом моделировании систем допускового контроля.
11. Методы оптимизации при математическом моделировании метрологических характеристик измерительных систем.

#### **2-й рейтинг-контроль**

1. Математическое моделирование статических стохастических объектов, явлений и систем. Статистические модели. Постановка задачи моделирования.
2. Моделирование одномерных случайных величин.
3. Идентификация закона распределения одномерной модели.
4. Математическое моделирование с применением программного комплекса MATLAB и модуля Statistics toolbox.
5. Проверка непараметрической гипотезы. Критерий хи-квадрат.
6. Проверка непараметрической гипотезы. Критерий Колмогорова-Смирнова.
7. Расчет точечных оценок параметров закона распределения вероятностей.
8. Расчет интервальных оценок параметров закона распределения вероятностей.
9. Проверка гипотез о среднем распределения. Тест Стьюдента.
10. Проверка гипотез о дисперсии распределения. Тест Фишера.

#### **3-й рейтинг-контроль**

1. Регрессионные линейные модели. Оценка значимости параметров регрессионной модели.

2. Регрессионные нелинейные модели. Оценка значимости параметров регрессионной модели.
3. Статистическое моделирование с применением программного комплекса MATLAB и модуля Statistics toolbox.
4. Регрессионные нелинейные модели. Методы расчета параметров модели и проверки адекватности.
5. Регрессионные модели. Метод наименьших квадратов. Критерий Фишера при оценке значимости модели.
6. Оптимальные математические модели в управлении качеством на основе регрессионных моделей.
7. Регрессионные модели. Проверка адекватности. Анализ остатков.
8. Методы оптимизации в математическом моделировании процессов и систем управления качеством.
9. Критерии оптимизации в математическом моделировании процессов и систем управления качеством.
10. Функции оптимизации MATLAB для решения задач оптимизации.

### **Перечень вопросов к зачету**

1. Основные понятия о математическом моделировании. Классификация задач и видов математических моделей.
2. Математическое моделирование статических стохастических объектов, явлений и систем. Статистические модели. Постановка задачи моделирования.
3. Идентификация закона распределения одномерной модели.
4. Оптимальные вероятностные модели процессов и систем.
5. Оптимальные вероятностные модели метрологических характеристик измерительных систем.
6. Оптимальные вероятностные модели. Критерии оптимизации при математическом моделировании метрологических характеристик измерительных систем.
7. Методы оптимизации при математическом моделировании метрологических характеристик измерительных систем.
8. Проверка непараметрической гипотезы. Критерий хи-квадрат.
9. Проверка непараметрической гипотезы. Критерий Колмогорова-Смирнова.
10. Расчет точечных оценок параметров закона распределения вероятностей.
11. Расчет интервальных оценок параметров закона распределения вероятностей.
12. Проверка гипотез о среднем распределения. Тест Стьюдента.
13. Проверка гипотез о дисперсии распределения. Тест Фишера.
14. Регрессионные линейные модели.
15. Регрессионные нелинейные модели.
16. Статистическое моделирование с применением программного комплекса MATLAB и модуля Statistics toolbox.
17. Регрессионные нелинейные модели. Методы расчета параметров модели и проверки адекватности.
18. Методы оптимизации в математическом моделировании процессов и систем управления качеством.
19. Критерии оптимизации в математическом моделировании процессов и систем управления качеством.

### **Самостоятельная работа**

Перед проведением практических занятий и лабораторных работ студент получает задание ознакомиться с отдельными разделами в рекомендованных литературных источниках в соответствии с темой. По результатам анализа студент готовит краткий реферат о методах и приемах математического моделирования. Далее на каждом практическом занятии и лабораторной работе результаты самостоятельной работы

студентов обсуждаются в группе. На основании результатов самостоятельной работы на занятии решается поставленная задача.

### **Контрольная работа**

Самостоятельная работа студента в семестре завершается контрольной работой. Контрольная работа предназначена для оценки способности студента самостоятельно решать типовые задачи математического моделирования в области метрологии и стандартизации по рассмотренному на лекциях и на практических занятиях материалу в соответствии с поставленной темой.

Тема выбирается по 3 разделу курса на основе рассмотренных задач на лекциях и практических занятиях. Примеры тем контрольной работы:

- разработка статистической модели метрологических характеристик измерительной системы для заданных экспериментальных данных и проверка ее адекватности;
- разработка статистической модели системы допускового контроля для заданных экспериментальных данных по альтернативному признаку, проверка адекватности и оценка основных характеристик модели;
- разработка вероятностной модели измерительного канала измерительной системы;
- разработка вероятностной модели измерительной системы для проведения испытаний продукции;
- разработка вероятностной модели метрологических характеристик методики выполнения измерений.

В рамках решения задачи в контрольной работе студент выполняет:

1. разработку математической модели;
2. разработку программного обеспечения в MATLAB для моделирования поведения объекта;
3. анализ полученных результатов.

Результаты работы оформляются как отчет согласно требованиям к НИРС ВлГУ. Контрольная работа выполняется в соответствии с методическими указаниями и подлежит защите.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

а) основная литература:

1. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников, В.В. Девятков; Под общ. ред. д-ра экон. наук Н.Б. Кобелева. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN 978-5-905554-17-9. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=361397>
2. Моделирование информационных систем [Электронный ресурс] : Учебное пособие для вузов / Шелухин О.И. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Горячая линия - Телеком, 2012. - 516 с.: ил. - ISBN 978-5-9912-0193-3. - Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991201933.html>
3. Математическая обработка результатов измерений/ШпаковП.С., ЮнаковЮ.Л. - Краснояр.: СФУ, 2014. - 410 с.: ISBN 978-5-7638-3077-4. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=550266>

б) дополнительная литература:

1. Моделирование систем и процессов: Учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ Инфра-М, 2013. - 398 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-369-01167-6.- Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=392652>
2. Экономико-математическое моделирование: Практическое пособие по решению задач / И.В. Орлова. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Вузовский учебник: НИЦ ИНФРА-М,

2013. - 140 с.: 60x88 1/16. (обложка) ISBN 978-5-9558-0107-0. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=397611>

3. Имитационное моделирование экономических процессов: Учебное пособие / Н.Н. Лычкина. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 254 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-004675-4. - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=429005>

в) интернет-ресурсы:

1. <http://matlab.exponenta.ru/>

2. <http://matlab.ru/>

3. Электронная книга «Начало работы с MATLAB» Перевод с англ. Конюшенко В.В. Изд-во MathWorks, Inc., 2010 <http://matlab.exponenta.ru/ml/book3/index.php>

4. Электронная книга В.Г.Потемкин "Введение в Matlab" (v 5.3)

<http://matlab.exponenta.ru/ml/book1/index.php>

5. Электронная книга В.Г.Потемкин "Справочник по MATLAB" (v 5.3)

<http://matlab.exponenta.ru/ml/book2/index.php>

6. <http://www.mathsoft.com>

7. <http://www.statsoft.ru>

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Дисциплина «Современные методы математического моделирования» читается на кафедре УКТР на ее материальной базе. Практические занятия проводятся в аудитории 306-2, лабораторные работы в компьютерном классе аудитории 332-2.

Аудитория 332-2 – компьютерный класс, подключенный к сети университета и Интернет. Оборудование включает: ПЭВМ – 7 шт.; сканер – 1 шт.; мультимедийный проектор. При проведении занятий используется следующее программное обеспечение: программный комплекс MATLAB 2010b, Ms. Windows 8-10, Microsoft Office 2010-2016. Аудитория 306-2 включает оборудование: мультимедийная интерактивная доска фирмы «Hitachi-Starboard», компьютер Pentium-4, мультимедийный проектор.



Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 27.04.01 "Стандартизация и метрология"

Рабочую программу составил доцент Мищенко З.В.  
(ФИО, подпись)

Рецензент (представитель работодателя) Заместитель директора по метрологии ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний во Владимирской области» Смирнов С.И.  
(место работы, должность, ФИО, подпись)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УКТР

Протокол № 5 от 04.02.2015 года

Заведующий кафедрой Орлов Ю.А.

(ФИО, подпись)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 27.04.01 "Стандартизация и метрология"

Протокол № 5 от 04.02.2015 года

Председатель комиссии Орлов Ю.А.

(ФИО, подпись)

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_