

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РЕКОМЕНДОВАНО  
К УТВЕРЖЕНИЮ

Декан факультета  
магистерской подготовки

  
Ашуралиева Р.К.  
«17» 02 2020 г.

УТВЕРЖДАЮ

Врио ректора ДГТУ,  
Председатель методического  
совета ДГТУ

  
Суракатов Н.С.  
«18» 02 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина М1.Б.3 Моделирование  
код и наименование дисциплины по ООП

для направления 09.04.04 «Программная инженерия»  
код и направление направления подготовки

по профилю Разработка программно-информационных систем  
наименование магистерской программы

факультет Магистерской подготовки  
наименование факультета, где ведется дисциплина (практика)

кафедра Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем  
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина (практика)

Квалификация выпускника (степень) Магистр  
бакалавр, магистр (специалист)

Форма обучения очная курс 1 семестр (ы) 1  
очная, заочная, др

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 4 ЗЕТ (144)

лекции 17 экзамен -  
час семестр

практические (семинарские) занятия - зачет 1  
час семестр

лабораторные занятия 34 самостоятельная работа 93  
час час

курсовой проект (работа, РГР) -  
семестр

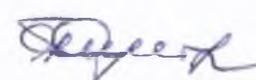
Зав. кафедрой

  
подпись

Айгумов Т.Г.

Начальник УО

Магомаева Э.В.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению подготовки 09.04.04 «Программная инженерия»

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры от «14» февраля 2020 года, протокол № 6.

Зав. кафедрой по данному направлению

  
подпись

Айгумов Т.Г.

**ОДОБРЕНО**

**Методической комиссией  
по УГС(Н)  
09.00.00 – Информатика и  
вычислительная техника**

**Председатель М.К.**

  
подпись Абдулгалимов А.М.

«14» 02 2020г.

**АВТОР ПРОГРАММЫ**

**К.т.н., ст. преп. Т.Г. Асланов**

  
подпись

### **1. Цели освоения дисциплины**

Обучение студентов основам математического моделирования, необходимых при проектировании, исследовании и эксплуатации объектов и систем автоматизации и управления.

Освоение основных принципов и методов построения математических моделей объектов и систем управления, формирование навыков проведения вычислительных экспериментов.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Моделирование» представляет собой дисциплину базовой части учебного плана.

Дисциплина «Моделирование» основывается на изучении дисциплины «Распределенный системы обработки информации» и является основой при изучении дисциплины «Математические основы верификации ПО» и «Алгоритмы распознавания».

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины «Моделирование»**

**Выпускник, освоивший программу бакалавриата, должен обладать следующими компетенциями:**

#### **общепрофессиональными (ОПК):**

– способностью воспринимать математические, естественно-научные, социально-экономические и профессиональные знания, умением самостоятельно приобретать, развивать и применять их для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте (ОПК-1);

#### **профессиональными компетенциями (ПК):**

– знанием методов научных исследований и владением навыками их проведения (ПК-2);

– знанием методов оптимизации и умением применять их при решении задач профессиональной деятельности (ПК-3);

#### **В результате освоения дисциплины обучающийся должен:**

**Знать:** принципы и методы построения (формализации) и исследования математических моделей объектов и систем управления, их формы представления и преобразования; методы решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; методы научных исследований; методы оптимизации.

**Уметь:** использовать методы математического моделирования при разработке систем и средств автоматизации и управления; решать нестандартные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте; проводить научные исследования; применять методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности.

**Владеть:** принципами и методами математического моделирования, навыками проведения вычислительных (компьютерных) экспериментов при создании систем и средств автоматизации и управления; навыками восприятия математических,

естественно-научных, социально-экономических и профессиональных знаний; навыками проведения научных исследований; навыками применения методов оптимизации при решении задач профессиональной деятельности.

#### 4. Содержание дисциплины «Моделирование»

##### 4.1 Содержание дисциплины

№	Раздел дисциплины Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				ЛК	ПЗ	ЛБ	СР	
а	б	в	г	д	е	ж	з	и
1	Лекция 1 <b>ТЕМА:</b> Введение. Основные понятия. 1. Основные определения и понятия теории моделирования. 2. Области использования теории моделирования. 3. Классический и системный подход к моделированию.	1	1	2	0	2	5	Входная контрольная работа
2	Лекция 1 <b>ТЕМА:</b> Введение. Основные понятия. 1. Основные определения и понятия теории моделирования. 2. Области использования теории моделирования. 3. Классический и системный подход к моделированию.		2	0	0	2	6	
3	Лекция 2 <b>ТЕМА:</b> Основные методы моделирования. Классификация видов моделирования 1. Аналитические, численные и имитационные методы моделирования. 2. Детерминированные и стохастические модели. 3. Статические и динамические модели. Дискретные и непрерывные модели. 4. Физическое моделирование. Мысленное моделирование.		3	2	0	2	5	
4	Лекция 2 <b>ТЕМА:</b> Основные методы моделирования. Классификация видов моделирования 1. Аналитические, численные и имитационные методы моделирования. 2. Детерминированные и стохастические модели. 3. Статические и динамические модели. Дискретные и непрерывные модели. 4. Физическое моделирование.		4	0	0	2	6	

	Мысленное моделирование.						
5	Лекция 3 <b>ТЕМА:</b> Математическое моделирование. 1. Основные этапы математического моделирования. 2. Прямые и обратные задачи математического моделирования. 3. Универсальность математических моделей. Принцип аналогий.	5	2	0	2	5	Контрольная аттестационная работа 1
6	Лекция 3 <b>ТЕМА:</b> Математическое моделирование. 1. Основные этапы математического моделирования. 2. Прямые и обратные задачи математического моделирования. 3. Универсальность математических моделей. Принцип аналогий.	6	0	0	2	6	
7	Лекция 4. <b>ТЕМА:</b> Основные подходы к моделированию. 1. Иерархия моделей. 2. Основные подходы к построению моделей системы. 3. Имитационное моделирование. 4. Принцип $\Delta t$ и $\Delta z$	7	2	0	2	5	
8	Лекция 4. <b>ТЕМА:</b> Основные подходы к моделированию. 1. Иерархия моделей. 2. Основные подходы к построению моделей системы. 3. Имитационное моделирование. 4. Принцип $\Delta t$ и $\Delta z$	8	0	0	2	6	
9	Лекция 5 <b>ТЕМА:</b> Математические основы имитационного моделирования. 1. Методы генерации случайных чисел. 2. Моделирование непрерывной случайной величины 3. Имитационное моделирование случайных событий.	9	2	0	2	5	Контрольная аттестационная работа 2
10	Лекция 5 <b>ТЕМА:</b> Математические основы имитационного моделирования. 1. Методы генерации случайных чисел. 2. Моделирование непрерывной случайной величины 3. Имитационное моделирование случайных событий.	10	0	0	2	6	
11	Лекция 6. <b>ТЕМА:</b> Аналоговое и цифровое моделирование. 1. Аналоговое моделирование. 2. Технические средства для аналогового моделирования. 3. Цифровое моделирование	11	2	0	2	5	
12	Лекция 6. <b>ТЕМА:</b> Аналоговое и цифровое моделирование. 1. Аналоговое моделирование.	12	0	0	2	6	

	2. Технические средства для аналогового моделирования. 3. Цифровое моделирование							
13	Лекция 7 <b>ТЕМА:</b> Обработка результатов эксперимента. 1. Обработка результатов эксперимента. 2. Метод наименьших квадратов 3. Критерий Пирсона	13	2	0	2	5	Аттестационная работа 3	
14	Лекция 7 <b>ТЕМА:</b> Обработка результатов эксперимента. 1. Обработка результатов эксперимента. 2. Метод наименьших квадратов 3. Критерий Пирсона	14	0	0	2	6		
15	Лекция 8. <b>ТЕМА:</b> масштабирование при моделировании. 1. Масштабирование при моделировании. 2. Понятие о безразмерном времени. 3. Понятие о безразмерных коэффициентах.	15	2	0	2	5		
16	Лекция 8. <b>ТЕМА:</b> масштабирование при моделировании. 1. Масштабирование при моделировании. 2. Понятие о безразмерном времени. 3. Понятие о безразмерных коэффициентах.	16	0	0	2	6		
17	Лекция 9. <b>ТЕМА:</b> методы оптимизации. 1. PBA 2. TST 3. CMA 4. CMA-ES 5. TRF 6. GA 7. PSO 8. NMSA 9. IQN 10. CP 11. DO	17	1	0	2	5		
<b>Итого:</b>			17	0	34	93	Зачет	

#### 4.2 Содержание практических занятий

Практические занятия учебным планом не предусмотрены

### 4.3 Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ по содержанию дисциплины	Наименование лабораторного занятия	Количество часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	5, 6	Лабораторная работа: Математическое моделирование	6	1, 2, 6
2	7, 8	Лабораторная работа: Имитационное моделирование	6	1, 2, 5
3	9, 10	Лабораторная работа: Методы генерации случайных чисел. Моделирование непрерывной случайной величины. Имитационное моделирование случайных событий	6	1, 2
4	13, 14	Лабораторная работа: Метод наименьших квадратов	8	1, 2, 6
5	15, 16	Лабораторная работа: Модель на основе структурной схемы	8	1, 2, 5
<b>Итого:</b>			34	

### 4.4 Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	1. Основные определения и понятия теории моделирования. 2. Области использования теории моделирования. 3. Классический и системный подход к моделированию.	4	1, 2, 6, 7	Контрольная работа
2	1. Аналитические, численные и имитационные методы моделирования. 2. Детерминированные и стохастические модели. 3. Статические и динамические модели. Дискретные и непрерывные модели. 4. Физическое моделирование. Мысленное моделирование.	5	1, 2, 6, 7	Контрольная работа
3	1. Основные этапы математического моделирования. 2. Прямые и обратные задачи математического моделирования.	9	1, 2, 6, 7	Контрольная работа

	3. Универсальность математических моделей. Принцип аналогий.			
4	1. Иерархия моделей. 2. Основные подходы к построению моделей системы. 3. Имитационное моделирование. 4. Принцип $\Delta t$ и $\Delta z$	9	1, 2	Контрольная работа
5	1. Методы генерации случайных чисел. 2. Моделирование непрерывной случайной величины 3. Имитационное моделирование случайных событий.	9	1, 2	Контрольная работа
6	1. Аналоговое моделирование. 2. Технические средства для аналогового моделирования. 3. Цифровое моделирование	9	1, 2,	Контрольная работа
7	1. Обработка результатов эксперимента. 2. Метод наименьших квадратов 3. Критерий Пирсона	16	1, 2, 5	Контрольная работа
8	1. Масштабирование при моделировании. 2. Понятие о безразмерном времени. 3. Понятие о безразмерных коэффициентах	16	1, 2	Контрольная работа
9	1. Perfect Boundary Approximation 2. Thin Sheet Technique 3. Covariance Matrix Adaptation 4. Evolutionary Strategy 5. Trust Region Framework 6. Genetic Algorithm 7. Particle Swarm Optimization 8. Nelder Mead Simplex Algorithm 9. Interpolated Quasi Newton 10. Classic Powell 11. Decap Optimization	16	1, 2	Контрольная работа
<b>Итого:</b>		93		

### 5. Образовательные технологии

В ходе проведения занятий используются такие методы обучения как презентация, применение компьютерной техники.

**6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

**6.1 Перечень вопросов по проверке входных знаний студентов**

1. Решить дифференциальное уравнение

$$3 \frac{d^2 x}{dt^2} + 4 \frac{dx}{dt} + 5x = 0$$

2. Что такое оператор Лапласа?
3. Что такое оператор дифференцирования?
4. Привести формулу разложения функции  $f(x)$  по гармоническим составляющим.
5. Методы расчета электрических цепей постоянного и переменного тока.
6. Структурная схема САУ. Принцип работы.
7. Передаточная функция разомкнутой и замкнутой САУ.
8. Алгебраические и частотные критерии устойчивости САУ.
9. Показатели качества САУ.
10. Законы регулирования.
11. Корректирующие устройства.
12. Сельсины. Трансформаторный и индикаторный режимы.
13. Вращающиеся трансформаторы. Математическое описание и принцип работы.
14. Электродвигатели переменного тока. Математическое описание и принцип работы.
15. Электродвигатели переменного тока. Математическое описание и принцип работы.
16. Шаговые двигатели. Математическое описание и принцип работы.
17. Электромагнитные реле. Математическое описание и принцип работы.
18. Полупроводниковые усилители. Математическое описание и принцип работы.
19. Магнитные усилители. Математическое описание и принцип работы.
20. Электромашинные усилители. Математическое описание и принцип работы.

**6.2. Задания для текущих аттестаций**

**6.2.1. Контрольные вопросы для первой аттестации**

1. Классический и системный подход к моделированию.
2. Аналитические, численные и имитационные методы моделирования.
3. Детерминированные и стохастические модели.
4. Статические и динамические модели. Дискретные и непрерывные модели.
5. Физическое моделирование. Мысленное моделирование.
6. Прямые и обратные задачи математического моделирования.
7. Универсальность математических моделей. Принцип аналогий.

8. Иерархия моделей.
9. Основные подходы к построению моделей системы.
10. Имитационное моделирование.
11. Принцип  $\Delta t$  и  $\Delta z$

#### **6.2.2. Контрольные вопросы для второй аттестации**

1. Методы генерации случайных чисел.
2. Моделирование непрерывной случайной величины
3. имитационное моделирование случайных событий.
4. Технические средства для аналогового моделирования.
5. Цифровое моделирование
6. Метод наименьших квадратов
7. Критерий Пирсона
8. Представления модели на основе структурной схемы.
9. Представление модели во временной области

#### **6.2.3. Контрольный вопрос к третьей аттестации**

Представление модели в частотной области.

1. Представление модели в виде иерархической структуры контуров подчиненного управления
2. Масштабирование при моделировании.
3. Понятие о безразмерном времени.
4. Понятие о безразмерных коэффициентах.
5. Методы понижения порядка дифференциальных уравнений, описывающих систему
6. Применение принципа аналогий при моделировании полета самолета в горизонтальной плоскости.
7. Моделирование сложных систем
8. Методы упрощения описания сложных систем

#### **6.3. Перечень вопросов по проверке остаточных знаний**

1. Классический и системный подход к моделированию.
2. Аналитические, численные и имитационные методы моделирования.
3. Физическое моделирование. Мысленное моделирование.
4. Прямые и обратные задачи математического моделирования.
5. Универсальность математических моделей. Принцип аналогий.
6. Иерархия моделей.
7. Основные подходы к построению моделей системы.
8. Принцип  $\Delta t$  и  $\Delta z$
9. Методы обработки результатов эксперимента
10. Представления модели на основе структурной схемы.

#### **6.4. Задания для промежуточной аттестации (зачета)**

##### **6.4.1 Контрольные вопросы для проведения зачета**

1. Основные определения и понятия теории моделирование.
2. Основные свойства систем.
3. Классический подход к изучению объекта.
4. Системный подход к изучению объекта.
5. Основные методы моделирования.
6. Основные методы моделирования. Численное моделирование.
7. Основные методы моделирования. Имитационное моделирование.
8. Основные методы моделирования. Физическое моделирование.
9. Основные методы моделирования. Аналитическое моделирование.
10. Основные методы моделирования. Информационное моделирование.
11. Прямые и обратные задачи математического моделирования.
12. Иерархия модели.
13. Методы генерации случайных величин.
14. Множественность форм представления системы.
15. Методы обработки результатов экспериментов.
16. Электронное, электрическое, аналоговое моделирование.
17. Программное представление интегрирования.
18. Программное представление дифференцирования.
19. Программное представление нелинейных функций линейными.
20. Аппроксимация моделей методом наименьших квадратов.
21. Аппроксимация моделей технологией PBA (Perfect Boundary Approximation).
22. Аппроксимация моделей технологией TST (Thin Sheet Technique).
23. Оптимизация моделей CMA (Covariance Matrix Adaptation).
24. Оптимизация моделей CMA-ES (Evolutionary Strategy).
25. Оптимизация моделей TRF (Trust Region Framework).
26. Оптимизация моделей GA (Genetic Algorithm).
27. Оптимизация моделей PSO (Particle Swarm Optimization).
28. Оптимизация моделей NMSA (Nelder Mead Simplex Algorithm).
29. Оптимизация моделей IQN (Interpolated Quasi Newton).
30. Оптимизация моделей CP (Classic Powell).
31. Оптимизация моделей DO (Decap Optimization).
32. Моделирование с применением нейронных сетей.

**7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

**Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)**

Зав. библиотекой

*А.В.С.*

№ п/п	Необходимая учебная, учебно-методическая (основная и дополнительная) литература, программное обеспечение и Интернет ресурсы	Автор(ы)	Издательство и год издания	Количество изданий	
				В библиотеке	На кафедре
<b>ОСНОВНАЯ</b>					
1	Моделирование систем. Часть I : учебное пособие	Салмина Н.Ю.	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 72137.html	
2	Моделирование систем. Часть II: учебное пособие	Салмина Н.Ю.	Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 72138.html	
3	Методы оптимизации и теории управления. Методические указания к самостоятельной работе по дисциплинам «Методы оптимизации», «Математические методы теории управления»	Денисенко Ю.И.	Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 22891.html	

4	Нейронные сети. Учебное пособие	Горожанина Е.И.	Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 75391.html	
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ</b>					
5	Пространственно-временное моделирование : учебное пособие по курсу «Моделирование»	Домрачева А.Б.	Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 31199.html	
6	Введение в математическое моделирование : учебное пособие	Ашихмин В.Н.	Москва : Логос, 2004	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 9063.html	
7	Математическое моделирование систем : учебное пособие	Зариковская, Н.В.	Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014.	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 72124.html	
8	Условная и безусловная оптимизации функции многих переменных. Учебное пособие по курсу «Методы оптимизации»	Домашнев П.А.	Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 55666.html	
9	Информационные технологии: основные положения теории искусственных нейронных сетей. Учебное пособие	Павлова А.И.	Новосибирский государственный университет экономики и управления «НИНХ», 2017	IPR BOOKS iprbookshop.ru/ 87110.html	

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Семинарские занятия по дисциплине проводятся в аудитории с презентационной техникой и учебной мебелью.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению и профилю подготовки 09.04.04 – Программная инженерия. Рецензент от выпускающей кафедры по направлению

\_\_\_\_\_ Мелехин В.Б.

