



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.01.11 Математическое моделирование и системный анализ

**Направление подготовки:** *01.03.02 Прикладная математика и информатика*  
**Направленность (профиль):** *Прикладное программирование и информационные системы*  
**Квалификация (степень):** *бакалавр*  
**Форма обучения:** *очная*

**Институт:** математики, естествознания и техники  
**Кафедра:** математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
<b>Курс</b>	3,4		
<b>Семестр/триместр</b>	6,7		

<b>Лекции</b>	42		
<b>Лабораторные занятия</b>	42		
<b>Практические (семинарские) занятия</b>	24		
<b>в т. ч. практическая подготовка</b>	6		
<b>Форма(ы) промежуточной аттестации</b>	Зачет (6 семестр) Экзамен – 0.3 (7 семестр)		
<b>Контроль</b>	9		
<b>Иные формы работы</b>			
<b>Самостоятельная работа</b>	134.7		

**Всего часов: 252**

**Трудоемкость: 7 зачетных единиц.**

**Разработчик(и) рабочей программы:**

*Доктор физико-математических наук, доцент О.Н. Масина*

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** формирование представления о современном состоянии и проблемах математического моделирования и системного анализа.

**Задачи изучения дисциплины:**

- получение обучающимися представления об основных понятиях математического моделирования и системного анализа;
- изучение принципов построения математических моделей различных объектов и систем;
- использование компьютерного моделирования для решения задач анализа и синтеза разнообразных сложных систем;
- использование методологии системного подхода при формализации задач предметной области;
- изучение современных подходов к процессу принятия решений;
- освоение методов принятия решений в условиях определенности, неопределенности, в сложных ситуациях.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) блока Б1. Дисциплины (модули).

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-6	Знать: - свои ресурсы и их пределы (личностные, психофизиологические, ситуативные, временные и т.д.) для успешного выполнения порученной работы;	Знает: – методы математического моделирования и системного анализа при формализации задач предметной области в рамках выполнения порученной работы
	Уметь: - планировать перспективные цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; - критически оценивать эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата;	Умеет: - применять методы математического моделирования и системного анализа при формализации задач предметной области
	Владеть: - навыками реализации намеченной цели деятельности с учетом условий, средств, личностных возможностей, этапов карьерного роста, вре-	Владеет: - навыками использования методов математического моделирования и системного анализа при формализации задач предметной области

	<p>менной перспективы развития деятельности и требований рынка труда; навыками использования предоставляемых возможностей для приобретения новых знаний и навыков.</p>	
<b>ПКС-1</b>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методы и приемы формализации задач, языки формализации функциональных спецификаций;</li> <li>– принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения;</li> <li>– типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.</li> </ul>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные методы математического моделирования и системного анализа,</li> <li>– основы применения прикладного программного обеспечения для моделирования различных процессов;</li> <li>– методы построения и анализа моделей.</li> <li>– основные понятия и определения теории систем;</li> <li>– структуру и общие свойства систем.</li> </ul>
	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– вырабатывать варианты реализации программного обеспечения;</li> <li>– применять методы и технологии проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов, структур и баз данных.</li> </ul>	<p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– строить математические модели процессов и явлений;</li> <li>– применять прикладное программное обеспечение для решения прикладных задач.</li> <li>– прилагать полученные знания к проведению исследований, а также анализу их результатов.</li> </ul>
	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– действиями по разработке и согласованию технических спецификаций на программные компоненты;</li> <li>– действиями по согласованию требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами, распределению заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями, осуществлению контроля выполнения заданий, формированию отчетности в соответствии с установленными регламентами.</li> </ul>	<p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методами построения и анализа математических моделей систем;</li> <li>– методами применения прикладного программного обеспечения для решения задач моделирования.</li> <li>- навыками описания процессов, систем и явлений;</li> <li>- навыками описания экономических процессов и систем.</li> </ul>

## II. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу

### Очная форма обучения

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Основные понятия теории моделирования сложных систем. Формализация и алгоритмизация процессов функционирования систем</b>	<b>108</b>	<b>18</b>		<b>18</b>	<b>72</b>
1	Тема 1. Моделирование как метод научного познания. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем. Принципы системного подхода.	22	4		4	20
2	Тема 2. Основные подходы к построению математических моделей систем. Математические схемы моделирования систем.	22	4		4	20
3	Тема 3. Непрерывно-детерминированные, дискретно-детерминированные, дискретно-стохастические, непрерывно-стохастические модели. Сетевые, комбинированные модели.	22	4		4	20
4	Тема 4. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.	42	6		6	12
	<i>Зачет</i>					
	<i>Итого за 6 семестр</i>	108	18		18	72
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	2				
	<b>Раздел 2. Языки и системы моделирования. Анализ и интерпретация результатов моделирования систем на ЭВМ. Исследование методов моделирования при разработке автоматизированных систем</b>	<b>38</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>20</b>
5	Тема 5. Общая характеристика метода статистического моделирования. Псевдослучайные последовательности и процедуры их машинной генерации. Моделирование случайных воздействий на системы.	16	2	2	2	10
6	Тема 6. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования.	11	2	2	2	5
7	Тема 7. Моделирование при разработке распределенных автоматизированных систем и информационных сетей. Моделирование при разработке организационных и производственных систем.	11	2	2	2	5
	<b>Раздел 3. Системы и закономерности их функционирования и развития. Основы системного анализа.</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>20</b>
8	Тема 8. Переходные процессы. Принцип обратной связи. Методы и модели теории систем. Управляемость, достижимость, устойчивость. Элементы теории адаптивных систем.	16	2	2	2	10
9	Тема 9. Дескриптивные и конструктивные определения в системном анализе. Информа-	16	2	2	2	10

	ционный подход к анализу систем. Декомпозиция и агрегирование систем.					
	<b>Раздел 4. Анализ целей и функций систем управления. Развитие систем организационного управления.</b>	<b>64.7</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>22.7</b>
10	Тема 10. Понятие цели и закономерности целеобразования. Виды и формы представления структур целей. Исследование систем методами операционного исчисления. Типы элементарных звеньев в системах.	28	6	6	6	10
11	Тема 11. Моделирование сложных систем. Анализ производственно-технологической структуры экономической системы. Моделирование экономических систем.	36.7	8	8	8	12.7
	<i>Экзамен</i>	0.3				
	<i>Контроль</i>	9				
	<i>Итого за 7 семестр</i>	134.7	24	24	24	62.7
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	6				
	<b>ИТОГО:</b>	<b>252</b>	<b>42</b>	<b>24</b>	<b>42</b>	<b>134.7</b>

**Очно-заочная форма обучения (не реализуется)**

**Заочная форма обучения (не реализуется)**

### **III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

1. *Эффективность машинных экспериментов зависит от \_\_\_\_\_*

- а) разработки этого эксперимента      г) экономического проекта  
б) выбора плана      в) внешних факторов

2. *Укажите верное значение определения. Каждый фактор может принимать в эксперименте одно из значений, называемых \_\_\_\_\_*

- а) этапами  
б) ступенями  
в) уровнями  
г) гранями

3. *Как называется фактор, если его уровни целенаправленно выбираются исследователем.*

- а) целенаправленными  
б) случайными  
в) выборочными  
г) управляемыми

4. *Сколько факторов одновременно изменяется при планировании эксперимента.*

- а) несколько      в) 1  
б) от 4-10      г) 3

5. Когда модель планирования анализируется относительно дисперсного анализа, применяют планы \_\_\_\_\_

- а) регрессионного анализа
- б) двухуровневого анализа
- в) дисперсного анализа
- г) симметричного анализа

6. Какое планирование представляет собой определение способа проведения каждой серии испытаний машинной модели.

- а) стратегическое
- б) тактическое
- в) экономическое
- г) математическое

7. Тактическое планирование связано с решением проблем \_\_\_\_\_

- а) определения начальных условий
- б) обеспечения точности
- в) уменьшения дисперсии
- г) а, б, в

8. При синтезе системы на основе проведения машинных экспериментов с моделью, возникают задачи \_\_\_\_\_

- а) анализа чувствительности
- б) анализа устойчивости
- в) анализа моделирования
- г) анализа эксперимента

9. Q-схему можно считать заданной, если определены \_\_\_\_\_

- а) потоки заявок
- б) потоки событий
- в) структура системы
- г) б, в

10. Выполнением условий для совершения других событий называют \_\_\_\_\_

- а) предисловием
- б) постусловием
- в) событием
- г) теоремой

11. Предприятие изготавливает два вида продукции П1 и П2.

Для производства продукции используются два вида сырья – А и В. Максимально возможные запасы сырья в сутки – 9 и 13 единиц соответственно. Расход сырья на единицу продукции вида П1 и П2 дан в таблице:

	П1	П2
А	2	3
В	3	2

Цены единицы продукции равны: 3000 руб. для П1 и 4000 руб. для П2. Предприятие должно выпускать в сутки такое количество продукции П1 и П2, чтобы доход от ее реализации был максимальным. Что в данном случае

следует считать альтернативными решениями? Каким ограничениям должно удовлетворять возможное решение? По какому критерию должны отбираться альтернативные решения?

12. Используя табличный редактор, решите задачу:

Составить список клиентов, список предлагаемых товаров и организовать учет заказов, а также обеспечить возможность печати данных для каждого отдельного заказа. Проанализировать данные полученного списка.

### **Примерная тематика рефератов**

1. Модели динамических систем.
2. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем.
3. Моделирование дискретных случайных величин.
4. Системный подход в научных исследованиях.
5. Моделирование стохастических систем.
6. Многокритериальные модели.
7. Оптимизационные модели.
8. Анализ производственно-технологической структуры экономической системы.
9. Имитационное моделирование сложных систем.
10. Динамическое программирование.
11. Система управления как информационная система.
12. Информационные аспекты исследования сложных систем.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета, экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету, перечень вопросов к экзамену.

### **Вопросы к зачету (6 семестр, очная форма обучения)**

1. Моделирование как метод научного познания.
2. Материальное, идеальное моделирование.
3. Когнитивные, концептуальные и формальные модели.
4. Математическое моделирование.
5. Классификация моделей в зависимости от сложности объекта моделирования.
6. Классификация моделей в зависимости от оператора модели.
7. Классификация моделей в зависимости от параметров модели.
8. Классификация моделей в зависимости от цели моделирования.
9. Классификация моделей в зависимости от методов реализации.
10. Этапы построения математической модели.
11. Концептуальная постановка задачи моделирования.
12. Математическая постановка задачи моделирования.
13. Понятие структурной модели.
14. Способы построения структурной модели.
15. Использование численных методов в моделировании

16. Регрессионный анализ
17. Корреляционный анализ
18. Использование моделирования при исследовании и проектировании сложных систем.
19. Принципы системного подхода.
20. Классификация видов моделирования систем.
21. Возможности и эффективности моделирования систем.
22. Основные подходы к построению математических моделей систем.
23. Непрерывно-детерминированные модели.
24. Дискретно-детерминированные модели.
25. Дискретно-стохастические модели.
26. Непрерывно-стохастические модели.
27. Сетевые модели.
28. Комбинированные модели.
29. Методика разработки и машинной реализации моделей систем.
30. Построение концептуальных моделей систем и их формализация.
31. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация.
32. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.

**Вопросы к экзамену**  
**(7 семестр, очная форма обучения)**

1. Общая характеристика методов статистического моделирования.
2. Основы систематизации языков имитационного моделирования.
3. Сравнительный анализ языков имитационного моделирования.
4. Пакеты прикладных программ моделирования систем.
5. Базы данных моделирования.
6. Гибридные моделирующие комплексы.
7. Особенности фиксации и статистической обработки результатов моделирования систем на ЭВМ.
8. Анализ и интерпретация результатов машинного моделирования.
9. Обработка результатов машинного эксперимента при синтезе систем.
10. Общие правила построения и способы реализации моделей систем.
11. Моделирование при разработке распределенных автоматизированных систем и информационных сетей.
12. Моделирование при разработке организационных и производственных систем.
13. Системы, их структура, функционирование и развитие.
14. Информационный подход к анализу систем.
15. Основные понятия: информация; дискретная и непрерывная информация; меры информации; другие аспекты информации; данные.
16. Основные принципы и процессы функционирования систем.
17. Структуры систем и их классификация.
18. Функционирование систем в условиях неопределенности.
19. Основные понятия теории систем: система, элемент системы.
20. Сложная система, прямые и обратные связи.



21. Аналитическое и графическое представление систем.
22. Свойства систем.
23. Классификация систем по способу преобразования входных воздействий.
24. Анализ и синтез как основные методы исследования систем.
25. Способы исследования систем.
26. Методы и модели теории систем.
27. Синтез систем.
28. Моделирование систем.
29. Классификация моделей систем.
30. Основы системного анализа.
31. Основные принципы системного анализа.
32. Типы шкал.
33. Закономерности целеобразования в системном анализе.
34. Понятие цели и целеобразования.
35. Виды и формы представления структур целей.
36. Анализ целей и функций систем управления.
37. Системный подход в экономическом анализе.
38. Модель как средство экономического анализа.
39. Аналитические экономико-математические модели.
40. Методы организации сложных экспертиз. Анализ информационных ресурсов.
41. Экономическая система как сложная система.
42. Экономическая система как подсистема систем «ресурсы» и «общество».
43. Моделирование сложных систем.
44. Классификация систем с точки зрения учета динамики процессов.
45. Исследование связей между элементами системы на основе балансовых моделей.
46. Моделирование сложных и экономических систем.
47. Управление в сложных системах.
48. Оптимальное управление сложными системами.

## **IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **4.1. Основная литература**

1. Зариковская Н. В. Математическое моделирование систем : учебное пособие / Н. В. Зариковская ; Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР). – Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2014. – 168 с. : схем., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480523> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2. Вдовин В. М. Теория систем и системный анализ : учебник / В. М. Вдовин, Л. Е. Суркова, В. А. Валентинов. – 5-е изд., стер. – Москва : Дашков и К°, 2020. – 644 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=573179> (дата

обращения: 01.09.2022). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-03716-0. – Текст : электронный.

3. Теория систем и системный анализ : учебник : [16+] / С. И. Маторин, А. Г. Жихарев, О. А. Зимовец [и др.] ; под ред. С. И. Маторина. – Москва ; Берлин : Директмедиа Паблишинг, 2019. – 509 с. : 509 – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574641> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр.: с. 477-489. – ISBN 978-5-4499-0675-5. – DOI 10.23681/574641. – Текст : электронный.

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Самарский А. А. Математическое моделирование: идеи, методы, примеры / А. А. Самарский, А. П. Михайлов. – 2-е изд., испр. – Москва : Физматлит, 2005. – 320 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68976> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр.: с. 311 - 316. – ISBN 978-5-9221-0120-2. – Текст : электронный.
2. Иванов В. В. Математическое моделирование : учебно-методическое пособие / В. В. Иванов, О. В. Кузьмина ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2016. – 88 с. : схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459482> (дата обращения: 01.09.2022). – ISBN 978-5-8158-1744-9. – Текст : электронный.
3. Яковлев С. В. Теория систем и системный анализ : учебное пособие / С. В. Яковлев ; Северо-Кавказский федеральный университет. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2014. – 354 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457780> (дата обращения: 01.09.2022). – Библиогр.: с. 350-352. – ISBN 978-509296-0720-2. – Текст : электронный.

### **У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электрон- ной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="https://www.intuit.ru/">https://www.intuit.ru/</a>	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услуги дистанционного обучения по нескольким образовательным программам, многие из которых касаются информационных технологий. Сайт содержит несколько сотен открытых образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить элек-	Свободный до- ступ

		тронный сертификат. Также возможно платное получение сертификатов о повышении квалификации. Кроме того, организация действует как издательство, выпускающая учебную литературу по курсам.	
--	--	---	--

## **VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

<b>№ пп</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Гарант.РУ – информационно-правовой портал	Свободный доступ.
3.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	<a href="http://www.consultant.ru">www.consultant.ru</a>	Российская компьютерная справочно-правовая система	Свободный доступ

## **VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

При реализации учебной дисциплины применяется следующее лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Windows;
- Microsoft Office;
- LibreOffice и др.

## **VIII. ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Учебные занятия проводятся в аудиториях, укомплектованных специализированной мебелью, в том числе стационарными или переносными техническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия, групповые и индивидуальные консультации, текущая и промежуточная аттестации проводятся в специализированных классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

Самостоятельная работа проводится в кабинетах, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.