



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ Б1.В.01.03 Математическое моделирование

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль): Компьютерное моделирование экономических процессов

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математического моделирования и компьютерных технологий

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	1,2		
Семестр	2,3,4		
Лекции	18		
Лабораторные занятия	18		
Практические (семинарские) занятия	54		
Консультации	4		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен - 0,3 (3 семестр) Экзамен -0,3 (4 семестр)		
Контроль	54		
Иные формы работы	—		
Самостоятельная работа	220,4		

Всего часов: 360

Трудоемкость: 10 зачетных единиц.

Разработчик рабочей программы:

кандидат физико-математических наук, доцент Е.В. Игонина

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: обеспечение усвоения студентами основных понятий и терминологий математического моделирования, его связи с ранее изученными разделами математики; умения грамотно классифицировать типы протекающих процессов; формирование научно-математического мышления (умения находить адекватное формализованное представление любого процесса соответствующей математической моделью и её последующее изучение методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники).

Задачи изучения дисциплины: изучение основных понятий и аппарата учебной дисциплины, принципов построения математических моделей различных объектов и систем.

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1	Знать: <ul style="list-style-type: none">- методы и приемы формализации задач, языки формализации функциональных спецификаций;- принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения;- типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения;	Знает: <ul style="list-style-type: none">– роль математических методов в современном мире;– основные методы математического моделирования;- основы применения ЭВМ для моделирования различных процессов;– методы построения и анализа моделей.
	Уметь: <ul style="list-style-type: none">- вырабатывать варианты реализации программного обеспечения и требований к нему;- применять методы и технологии проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов, структур и баз данных в соответствии с установленными требованиями;	Умеет: <ul style="list-style-type: none">- строить математические модели процессов и явлений;- применять пакеты прикладных программ (SCILAB) для решения прикладных задач.
	Владеть: <ul style="list-style-type: none">- действиями по разработке и согласованию технических спецификаций на программные компоненты;– действиями по согласованию требований к программному	Владеет: <ul style="list-style-type: none">– навыками применения современного математического аппарата для решения прикладных задач;– методами построения, анализа и применения математических моделей;– методами применения пакетов приклад-

	обеспечению с заинтересованными сторонами, распределению заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями, осуществлению контроля выполнения заданий, формированию отчетности в соответствии с установленными регламентами.	ных программ (SCILAB) для решения задач моделирования.
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

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

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	Ауд. Занятия			Сам. Раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
2 семестр						
Раздел 1. Основные аспекты математического моделирования		24		6		18
1	Место моделирования среди методов познания. Определение модели. Свойства моделей. Цели моделирования. Классификация моделей и математических моделей.	12		3		9
2	Изучение вычислительного пакета SCILAB: вычисление значений арифметических выражений, построение графиков функций.	12		3		9
Раздел 2. Этапы построения математической модели		24		6		18
3	Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования. Математическая постановка задачи моделирования. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. Проверка адекватности модели. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования. Решение задач с применением пакета SCILAB.	24		6		18
Раздел 3. Примеры построения математических моделей		24		6		18
4	Статический анализ конструкций. Модель спроса-предложения. Динамика популяций. Модель конкуренции двух популяций. Гармонический осциллятор.	24		6		18
	Итого за 2 семестр	72		18		54
3 семестр						
Раздел 4. Структурные модели		38		8		30
5	Понятие структурной модели. Способы построения структурных моделей. Примеры структурных моделей	38		8		30

Раздел 5. Моделирование в условиях неопределенности		42		12		30
6	Причины появления неопределенностей и их виды. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций теории нечетких множеств. Моделирование в условиях стохастической неопределенности. Моделирование марковских случайных процессов. Применение пакета SCILAB для моделирования в условиях неопределенности.	38		8		30
Раздел 6. Линейные и нелинейные модели		43,7		16		27,7
7	О законе Гука и границах линейности. Сплошные среды и уравнения математической физики. Линейные уравнения и принцип суперпозиции.	23		8		15
8	Вывод волнового уравнения из законов механики. Решение волнового уравнения методом Фурье. О характеристиках уравнений математической физики. Решение волнового уравнения методом Даламбера.	20,7		8		12,7
	Контроль	18				
	Консультация	2				
	Экзамен	0,3				
	Итого за 3 семестр	144		36		87,7
4 семестр						
9	Уравнения Максвелла. О классификации квазилинейных систем. Связь непрерывного и дискретного на примерах уравнения колебаний струны и уравнения Шредингера. О пользе феноменологии при построении математических моделей. Анализ подобия и размерности. Автомодельность.	32	7		5	20
10	Самоорганизация и структуры в нелинейных средах. О нелинейных волнах в сплошных средах. Иерархические модели турбулентности и многомасштабные функциональные базисы. Вейвлеты. Вейвлет-анализ временных колебаний. О фракталах и их применении. Нелинейные модели ДНК.	32	7		5	20
Раздел 7. Моделирование с использованием имитационного подхода		26	-		6	20
11	Особенности моделей, использующих имитационный подход. Имитатор системы массового обслуживания. Клеточные автоматы.	26	-		6	20
	Раздел 8. Примеры программ решения задач математического моделирования в программной среде Scilab	24,7	4		2	18,7
12	Принципы построения системы. Основные конструкции: матрицы, списки, задание динамических систем, некоторые числовые операции, исследование системы второго порядка, моделирование движения объекта, расчет спектра сигнала.	18,7	4		-	14,7

13	Имитационное моделирование в среде Xcos системе Scilab.	6	-		2	4
	Контроль	27				
	Консультация	2				
	Экзамен	0,3				
	<i>Итого за 4 семестр</i>	144	18	-	18	78,7
	ИТОГО	360	18	54	18	220,4

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, теста, реферата, кейса и др.

Типовой вариант контрольной работы

3 семестр

1. Разработайте когнитивную, содержательную и концептуальную (структурно-функциональную и причинно-следственную) модели оптимального (с вашей точки зрения) расписания движения общественного транспорта. Попробуйте оценить различие когнитивной и содержательной моделей. С использованием доступных вам математических методов разработайте вариант математической модели.

2. Разработать математическую модель, позволяющую описать полет баскетбольного мяча, брошенного игроком в баскетбольную корзину. Модель должна позволять: • вычислять положение мяча в любой момент времени; • определять точность попадания мяча в корзину после броска при различных начальных параметрах. Исходные данные: • масса и радиус мяча; • начальные координаты, начальная скорость и угол броска мяча; • координаты центра и радиус корзины.

4 семестр

1. Феноменология при построении математических моделей.

2. Примеры классических фрактальных множеств.

3. Привести разработку алгоритма работы имитатора одноканальной СМО с отказами.

Примерная тематика рефератов

1. Использование пакета прикладных программ Scilab для исследования моделей динамических систем.
2. Исследование и проверка адекватности систем с помощью вычислительных пакетов.
3. Виды устойчивости систем и методы исследования.
4. Основы теории вейвлет-анализа.
5. Фракталы и их применение.
6. Особенности моделирования в условиях неопределенности.
7. Моделирование с использованием имитационного подхода.
8. Способы построения структурных моделей.
9. Модель спроса-предложения.
10. Модель динамики популяций.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена в 3 семестре (по материалу 2 и 3 семестров), в форме экзамена в 4 семестре с использованием следующих оценочных материалов:

Вопросы к экзамену (3 семестр, очная форма обучения)

1. Понятие модели. Место моделирования среди методов познания.
2. Свойства моделей.
3. Цели моделирования.
4. Классификация моделей.
5. Материальное моделирование.
6. Идеальное моделирование.
7. Когнитивные, концептуальные и формальные модели.
8. Классификация математических моделей. Классификационные признаки.
9. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования
10. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели
11. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
12. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования
13. Классификация в зависимости от методов реализации.
14. Этапы построения математической модели
15. Обследование объекта моделирования
16. Концептуальная постановка задачи моделирования
17. Математическая постановка задачи моделирования
18. Выбор и обоснование выбора метода решения задачи
19. Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ
20. Проверка адекватности модели

21. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования
22. Статический анализ конструкций
23. Модель спроса-предложения
24. Динамика популяций
25. Модель конкуренции двух популяций
26. Гармонический осциллятор
27. Понятие структурной модели
28. Способы построения структурных моделей
29. Примеры структурных моделей
30. Причины появления неопределенностей и их виды.
31. Моделирование в условиях неопределенности, описываемой с позиций теории нечетких множеств.
32. Моделирование в условиях стохастической неопределенности.
33. Моделирование марковских случайных процессов.
34. Применение пакета SCILAB для моделирования условий неопределенности.
35. О законе Гука и границах линейности.
36. Сплошные среды и уравнения математической физики.
37. Линейные уравнения и принцип суперпозиции.
38. Вывод волнового уравнения из законов механики.
39. Решение волнового уравнения методом Фурье.
40. О характеристиках уравнений математической физики.
41. Решение волнового уравнения методом Даламбера.

Перечень вопросов к экзамену за 4 семестр

1. Уравнения Максвелла.
2. О классификации квазилинейных систем.
3. Связь непрерывного и дискретного на примерах уравнения колебаний струны и уравнения Шредингера.
4. О пользе феноменологии при построении математических моделей.
5. Анализ подобия и размерности. Автомодельность.
6. Самоорганизация и структуры в нелинейных средах.
7. О нелинейных волнах в сплошных средах.
8. Иерархические модели турбулентности и многомасштабные функциональные базисы.
9. Вейвлеты. Вейвлет-анализ временных колебаний.
10. О фракталах и их применении.
11. Нелинейные модели ДНК.
12. Особенности моделей, использующих имитационный подход.
13. Имитатор системы массового обслуживания.
14. Клеточные автоматы
15. Принципы построения системы.
16. Основные конструкции SCILAB: матрицы, списки.

17. Основные конструкции SCILAB: задание динамических систем, некоторые числовые операции.
18. Основные конструкции SCILAB: исследование системы второго порядка.
19. Основные конструкции SCILAB: моделирование движения объекта.
20. Основные конструкции SCILAB: расчет спектра сигнала.
21. Имитационное моделирование в среде Xcos системе Scilab.

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: 14.07.2020). – Библиогр. в кн. – 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: 14.07.2020). – ISBN 978-5-8158-1744-9. – 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: 14.07.2020). – Библиогр.: с. 311 - 316. – ISBN 978-5-9221-0120-2. – Текст : электронный.
2. Математическое моделирование: исследование социальных, экономических и экологических процессов (региональный аспект) / О. Бантикова, В. Васянина, Ю.А. Жемчужникова и др. ; под ред. А.Г. Реннера ; Оренбургский государственный университет. – 2-е изд. – Оренбург : Университет, 2014. – 367 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259261> (дата обращения: 14.07.2020). – ISBN 978-5-4417-0438-0. – Текст : электронный.

V. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://edu.ru/	Российское образование: Федеральный портал. Включает ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	http://citforum.ru/database/osbd/contents.shtml	Информационно-аналитические материалы	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1.	http://www.biblioclub.ru	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	www.garant.ru	Информационно-правовой портал	Свободный доступ
3.	www.elibrary.ru	Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования	Свободный доступ
4.	www.consultant.ru	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;

– Scilab 5.4.1 – пакет прикладных математических программ, предоставляющий открытое окружение для инженерных (технических) и научных расчётов.

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.