



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.01.ДВ.02.02 МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ
С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Направление подготовки: 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль): Информационные технологии и искусственный интеллект

Квалификация (степень): бакалавр

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математического моделирования, компьютерных технологий информационной безопасности

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	4		
Семестр	7		

Лекции	10		
Лабораторные занятия	20		
Практические (семинарские) занятия	20		
в т. ч. практическая подготовка	4		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен -0,3		
Контроль	9		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	84,7		

Всего часов: 144

Трудоемкость: 4 зачетных единиц.

Разработчик(и) рабочей программы:

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

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: являются углубление и закрепление знаний студентов о системном подходе в разработке моделей сложных систем с учетом соблюдения условий устойчивости на основе применения современных программных средств.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий и методов математического моделирования, особенностей моделирования неустойчивых систем (объектов, процессов);
- знакомство с классическими и современными методами исследования устойчивости сложных систем;
- формирование умения применять современные программные средства для моделирования сложных систем и исследования их устойчивости.

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

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-4	Знает: <ul style="list-style-type: none">- коммуникативно приемлемые стили делового общения на государственном и иностранном (ых) языках;- вербальные и невербальные средства взаимодействия с партнерами;	Знает: <ul style="list-style-type: none">– информационно-коммуникационные технологии, применяемые при моделировании сложных систем
	Умеет: <ul style="list-style-type: none">- коммуникативно и культурно приемлемо вести устные деловые разговоры на государственном и иностранном (ых) языках;- вести деловую переписку, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем, социокультурные различия в формате корреспонденции на государственном и иностранном (ых) языках;	Умеет: <ul style="list-style-type: none">– использовать информационно-коммуникационные технологии при моделировании сложных систем
	Владеет: <ul style="list-style-type: none">- навыками использования информационно-коммуникационных технологий при поиске необходимой информации в процессе решения различных коммуникативных	Владеет: <ul style="list-style-type: none">– навыками использования информационно-коммуникационных технологий при моделировании сложных систем

	<p>задач на государственном и иностранном (ых) языках;</p> <p>- навыками выполнения перевода академических текстов с иностранного (ых) на государственный язык.</p>	
ПКС-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – возможности существующей программно-технической архитектуры; – методологию разработки программного обеспечения и технологию программирования; – методы и средства проектирования программного обеспечения; – типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения. 	<p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способы разработки математических и компьютерных моделей с использованием функциональных возможностей программных средств; – типовые решения и библиотеки программных модулей.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений; – вырабатывать варианты реализации программного обеспечения; – применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, программных интерфейсов. 	<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – осуществлять выбор программного обеспечения для исследования моделей систем; – применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, программных интерфейсов для исследования систем.
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализом возможностей реализации требований к программному обеспечению; – навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями; – методами проектирования структур данных; – методами проектирования программных интерфейсов; <p>навыками осуществления обучения и наставничества.</p>	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> - функциональными возможностями программных средств, необходимых для моделирования и исследования устойчивости систем.

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	Ауд. Занятия	Сам.
---	-----------------------------	-------	--------------	------

		часов	ЛК	ПЗ	ЛБ	Раб.
Раздел 1. Основные аспекты моделирования. Математическое моделирование.		44	2	6	6	30
1	Тема 1. Исторический обзор развития моделирования. Основные понятия моделирования. Роль моделирования в науке и технике. Компьютерное моделирование. Общая схема построения модели. Адекватность моделей. Классификация моделей.	12	2			10
2	Тема 2. Математическое моделирование и этапы построения математических моделей. Примеры построения математических моделей. Построение безразмерных обобщенных моделей. Методы исследования моделей, численное моделирование. Компьютерный вычислительный эксперимент. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.	16		3	3	10
	Тема 3. Системный подход в моделировании. Моделирование сложных систем. Модели регрессионного анализа. Моделирование стохастических систем. Моделирование систем автоматического регулирования и управления. Развитие теории автоматического управления. Основные понятия теории автоматического управления. Математическое моделирование систем управления. Временные и частотные характеристики типовых звеньев. Преобразование Лапласа и передаточная функция.	16		3	3	10
Раздел 2. Основные вопросы теории устойчивости систем		62	4	14	14	30
3	Тема 4. Понятие устойчивости, асимптотическая устойчивость. Устойчивость решений дифференциальных уравнений. Виды устойчивости.	19	1	4	4	10
4	Тема 5. Методы Ляпунова в теории устойчивости движения: первый метод Ляпунова, второй метод Ляпунова. Устойчивость систем автоматического управления. Специальные вопросы теории устойчивости.	23	1	6	6	10
	Тема 6. Метод фазовой плоскости. Фазовые портреты линейных систем. Особенности фазовых портретов нелинейных систем. Методы построения фазовых портретов нелинейных систем	20	2	4	4	10
Раздел 3. Применение программных средств для разработки, анализа и верификации моделей		56,7	4	14	14	24,7
	Тема 7. Основы работы в системе компьютерной математики Maxima. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Нахождение решений дифференциальных уравнений в системе Maxima	30	2	8	8	12
5	Тема 8. Основные конструкции языка. Арифметические выражения в Scilab. Форматный вывод в командное окно. Работа с числовыми массивами в Scilab. Построение и оформление графиков функ-	26,7	2	6	6	12,7

ций. Условные операторы и оператор цикла с условием. Циклы с параметром и обработка массивов. Примеры исследования динамических систем в условиях неопределенности. Система визуального моделирования XCOS Scilab. Тулбокс SYSTEMS AND CONTROL.					
Экзамен	0,3				
Контроль	9				
Итого за семестр	144	10	20	20	84,7
в т.ч. практическая подготовка	4				
ИТОГО:	144	10	20	20	84,7

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

Упражнение 1. Для заданной системы определите тип и характер устойчивости положения равновесия. Постройте фазовые портреты в Maxima.

$$\begin{cases} \dot{x}_t = x + 3y \\ \dot{y}_t = -6x - 5y \end{cases}$$

Упражнение 2. При каких значениях параметра $a \in R$ приведенная система имеет положение равновесия, и оно является седлом? узлом? фокусом? Какой при этом система имеет фазовый портрет?

$$\begin{cases} \dot{x}_t = 2ax + y \\ \dot{y}_t = ay - 2ax \end{cases}$$

Упражнение 3. Постройте фазовые портреты для неоднородной системы:

$$\begin{cases} \dot{x}_t = 3x - 3 \\ \dot{y}_t = 2x + y - 1 \end{cases}$$

Примерная тематика рефератов

1. Использование пакета прикладных программ Scilab для исследования моделей динамических систем.
2. Исследование устойчивости систем с помощью вычислительных пакетов.
3. Виды устойчивости систем и методы исследования.
4. Поиск устойчивого решения ОДУ с помощью пакета Maxima.
5. Метод построения фазовой плоскости.
6. Моделирование систем автоматического регулирования и управления.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме экзамена с использованием следующих оценочных материалов:

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

1. Исторический обзор развития моделирования. Основные понятия моделирования. Роль моделирования в науке и технике.
2. Компьютерное моделирование. Общая схема построения модели.
3. Адекватность моделей. Классификация моделей.
4. Математическое моделирование и этапы построения математических моделей. Примеры построения математических моделей.
5. Построение безразмерных обобщенных моделей. Методы исследования моделей, численное моделирование.
6. Компьютерный вычислительный эксперимент. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
7. Системный подход в моделировании. Моделирование сложных систем.
8. Модели регрессионного анализа.
9. Моделирование стохастических систем.
10. Моделирование систем автоматического регулирования и управления.
11. Основные понятия теории автоматического управления.
12. Математическое моделирование систем управления.
13. Понятие устойчивости, асимптотическая устойчивость. Устойчивость решений дифференциальных уравнений. Виды устойчивости.
14. Методы Ляпунова в теории устойчивости движения: первый метод Ляпунова, второй метод Ляпунова. Устойчивость систем автоматического управления. Специальные вопросы теории устойчивости.
15. Метод фазовой плоскости. Фазовые портреты линейных систем. Особенности фазовых портретов нелинейных систем.
16. Функции и команды системы Maxima.
17. Управление процессом вычислений в Maxima.
18. Простейшие преобразования выражений.
19. Решение алгебраических уравнений и их систем.
20. Графические возможности.
21. Численные методы решения дифференциальных уравнений.
22. Общие сведения о дифференциальных уравнениях.
23. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
24. Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4 порядка точности.
25. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных разностей
26. Нахождение решений дифференциальных уравнений в системе Maxima.
27. Встроенные функции для нахождения решений дифференциальных уравнений в системе Maxima
28. Решение дифференциальных уравнений и их систем в символьном виде.

29. Построение траекторий и поля направлений дифференциальных уравнений в системе Maxima
30. Реализация численных методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений в системе Maxima
31. Реализация метод Эйлера в системе Maxima
32. Реализация метода Рунге-Кутты в системе Maxima.
33. Основные конструкции языка и арифметические выражения в Scilab.
34. Форматный вывод в командное окно. Работа с числовыми массивами в Scilab.
35. Построение и оформление графиков функций.
36. Условные операторы и оператор цикла с условием. Циклы с параметром и обработка массивов.
37. Примеры исследования динамических систем в условиях неопределенности. Система визуального моделирования XCOS Scilab. Тулбокс SYSTEMS AND CONTROL.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Основная литература

1. Лисяк, Н. К. Моделирование систем : учебное пособие : [16+] / Н. К. Лисяк, В. В. Лисяк. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2017. – Часть 1. – 107 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=499733> (дата обращения: 24.08.2021). – Библиогр.: с. 101-102. – ISBN 978-5-9275-2504-1. – Текст : электронный.
2. Шабаршина, И. С. Основы компьютерной математики: задачи системного анализа и управления : учебное пособие : [16+] / И. С. Шабаршина, Е. В. Корохова, В. В. Корохов. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2018. – 76 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=577786> (дата обращения: 24.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-3118-9. – Текст : электронный.

4.2. Дополнительная литература

1. Губина, Т. Н. Решение дифференциальных уравнений в системе компьютерной математики Maxima : учебное пособие / Т. Н. Губина, Е. В. Андропова ; Федеральное агентство по образованию, Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, Центр свободного программного обеспечения. – Елец : Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2009. – 99 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272098> (дата обращения: 24.08.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

2. Игонина Е.В. Программные средства математического моделирования. Учебное пособие. - Елец – 2019. http://www.elsu.ru/uploads/files/2020-10/1603134806_uchebnoe-posobie-igonina-2019.pdf
3. Масина О.Н., Дружинина О.В., Рапопорт Л.Б. Элементы теории устойчивости математических моделей управляемых систем. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2019. – 143 с http://www.elsu.ru/uploads/files/2020-04/1586241874_maket_masina_druzhinina_rapoport.pdf

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;
- Maxima - свободная система компьютерной алгебры,
- Scilab - свободная компьютерная математическая система.

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 компьютерных классах. Перечень основного оборудования: автоматизированные рабочие места с компьютерами, программное обеспечение общего и профессионального назначения.

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

Предусмотрены помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.