



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.21.ДВ.02.02 Применение проблемно-ориентированных программных комплексов для математического моделирования сложных систем**

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника

**Направленность (профиль):** Информатика и вычислительная техника

**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	4		
Семестр	7		

Лекции	-		
Лабораторные занятия	-		
Практические (семинарские) занятия	20		
Консультации	2		
Форма(ы) промежуточной аттестации	Экзамен - 0,3		
Контроль	36		
Иные формы работы	-		
Самостоятельная работа	85,7		

**Всего часов: 144**

**Трудоемкость: 4 зачетных единицы.**

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 динамических систем на основе применения пакетов вычислительных прикладных программ.

**Задачи изучения дисциплины:**

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

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПКС-1	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– возможности существующей программно-технической архитектуры;</li><li>– методологию разработки программного обеспечения и технологию программирования;</li><li>– методы и средства проектирования программного обеспечения;</li><li>– типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.</li></ul>	<b>Знает:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– функциональные возможности компьютерных систем Maxima и Scilab;</li><li>– типовые решения и библиотеки программных модулей (в частности: Maxima и Scilab).</li></ul>
	<b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– проводить оценку и обоснование рекомендуемых решений;</li><li>– вырабатывать варианты реализации программного обеспечения;</li><li>– применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, программных интерфейсов.</li></ul>	<b>Умеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– осуществлять выбор программного обеспечения для исследования моделей систем;</li><li>– применять методы и средства проектирования программного обеспечения, структур данных, программных интерфейсов для исследования систем.</li></ul>
	<b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>– анализом возможностей реализации требований к программному обеспечению;</li></ul>	<b>Владеет:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- анализом функциональных возможностей систем компьютерной математики Maxima и Scilab необходимых для прове-</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками распределения заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями;</li> <li>методами проектирования структур данных;</li> <li>– методами проектирования программных интерфейсов;</li> <li>– навыками осуществления обучения и наставничества.</li> </ul>	дения 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 часов	Ауд. Занятия			Сам. Раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Анализ современных программных сред моделирования динамических систем</b>	<b>30</b>		<b>5</b>		<b>25</b>
1	<b>Тема 1. Математическое моделирование и этапы построения математических моделей.</b> Понятие модели, виды моделирования. Классификация моделей. Реализация математических моделей в виде компьютерных программ. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.	17		2		15
2	<b>Тема 2. Роль компьютерного моделирования в научных и практических исследованиях.</b> Сравнительный обзор и характеристики систем компьютерной математики: Maxima, Scilab и др.	13		3		10
	<b>Раздел 2. Применение программных сред для разработки, анализа и верификации моделей</b>	<b>30</b>		<b>5</b>		<b>25</b>
3	<b>Тема 3. Знакомство с системой Maxima.</b> Интерфейс программы. Синтаксис. Работа с числовыми выражениями. Функции и команды. Решение задач элементарной математики. Графики функций. Решение уравнений. Нахождение производной. Интегрирование. Операции с матрицами. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Численные методы решения дифференциальных уравнений. Нахождение решений дифференциальных уравнений в системе Maxima.	17		2		15
4	<b>Тема 4. Функциональные возможности Scilab.</b> Основные конструкции языка. Арифметические выражения в Scilab. Форматный вывод в командное окно. Работа с числовыми массивами в Scilab. Построение и оформление графиков функций. Условные операторы и оператор цикла с условием. Циклы с параметром и обработка массивов. Примеры ис-	13		3		10

	следования динамических систем в условиях неопределенности. Система визуального моделирования XCOS Scilab. Тулбокс SYSTEMS AND CONTROL.					
	<b>Раздел 3. Применение программных сред к исследованию устойчивости динамических систем</b>	<b>45,7</b>		<b>10</b>		<b>35,7</b>
5	<b>Тема 5. Понятие устойчивости, асимптотическая устойчивость.</b> Устойчивость решений дифференциальных уравнений. Виды устойчивости. Метод фазовой плоскости. Фазовые портреты линейных систем. Особенности фазовых портретов нелинейных систем. Методы построения фазовых портретов нелинейных систем.	25		5		20
	<b>Тема 6. Примеры использования систем компьютерной математики в исследованиях конкретных динамических моделей.</b> Модель брюсселятора, модель Лотки-Вольтерры, модель системы управления перевернутым маятником.	20,7		5		15,7
	<i>Экзамен</i>	0,3				
	<i>Контроль</i>	36				
	<i>Итого за 7 семестр</i>	144	-	20	-	85,7
	<b>ИТОГО</b>	<b>144</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>-</b>	<b>85,7</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.

#### Типовой вариант контрольной работы

**Упражнение 1.** В Scilab построить графики двух функций в одном окне. Задать такие шаг и диапазон изменения аргумента, которые показаны в примере. Применить все возможности оформления линий, маркеров и окон.

$$y_1(x) = \sqrt{1 + |x|}, y_2(x) = \frac{1+3x}{\sqrt[3]{1+x+2}}.$$

**Упражнение 2.** Задать длины сторон a, b, c прямоугольного параллелепипеда. Вычислить его объем V, площади трех граней Sab, Sbc, Sac и площадь поверхности S по формулам:

$$\begin{aligned} V &= a \cdot b \cdot c, \\ Sab &= a \cdot b, Sbc = b \cdot c, Sca = c \cdot a, \\ S &= 2 \cdot (Sab + Sbc + Sca). \end{aligned}$$

Вывести исходные и рассчитанные значения в виде:

**ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА:**

$$a = 2.00 \text{ см}$$

$$b = 4.00 \text{ см}$$

$$c = 6.00 \text{ см}$$

**ОТВЕТ ЗАДАЧИ:**

$$\text{ОБЪЕМ} = 48.00 \text{ куб.см}$$

$$\text{Площадь поверхности} = 88.00 \text{ кв.см}$$

$$\text{Площади граней} \quad Sab = 8.00 \text{ кв.см}$$

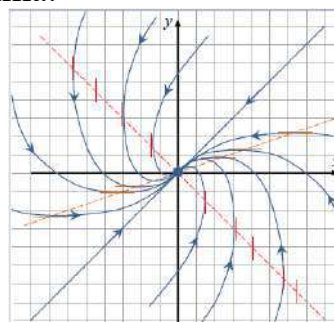
$$Sbc = 24.00 \text{ кв.см}$$

$$Sac = 12.00 \text{ кв.см}$$

**Упражнение 3.** Исследуйте системы на устойчивость и сопоставьте результат с фазовым портретом, полученным в Maxima.

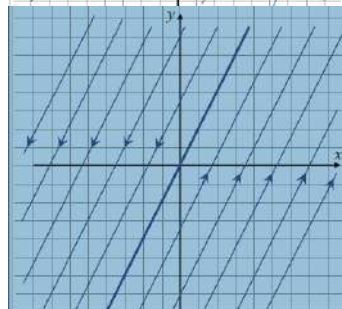
1) 
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = 2x - y, \\ \frac{dy}{dt} = 4x - 2y \end{cases}$$

А.



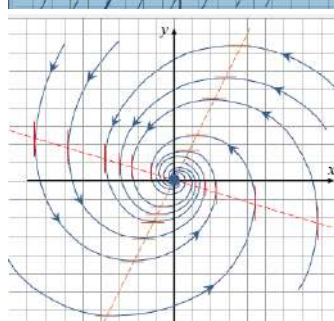
2) 
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x - y, \\ \frac{dy}{dt} = x - 3y \end{cases}$$

Б.



3) 
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -x - 4y, \\ \frac{dy}{dt} = 4x - 2y \end{cases}$$

В.



**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.

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

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

1. Математическое моделирование.
2. Этапы построения математических моделей.
3. Реализация математических моделей в виде компьютерных программ.
4. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.
5. Роль компьютерного моделирования в научных и практических исследованиях.
6. Сравнительный обзор и характеристики систем компьютерной математики: Maxima, Scilab и др.
7. Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования.
8. Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели.
9. Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели.
10. Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования.
11. Классификация в зависимости от методов реализации.
12. Основные понятия теории устойчивости.
13. Теоремы об устойчивости систем линейных дифференциальных уравнений
14. Некоторые критерии устойчивости.
15. Устойчивость решений нелинейных дифференциальных уравнений.
16. Устойчивость систем автоматического управления.
17. Абсолютная устойчивость.
18. Стабилизация управляемых движений.
19. Устойчивость и оптимальность процессов управления.
20. Синтез стабилизирующих адаптивных управлений.
21. Устойчивость движения механических систем.
22. Устойчивость систем с распределенными параметрами.
23. Основы работы в пакете прикладных программ Scilab.
24. Арифметические вычисления. Построение графиков.
25. Решение дифференциальных уравнений в Maxima.
26. Численные методы решения дифференциальных уравнений.
27. Нахождение решений дифференциальных уравнений в системе Maxima.
28. Построение траекторий и поля направлений дифференциальных уравнений в системе Maxima.
29. Основы работы в системе компьютерной математики Maxima.
30. Арифметические выражения в Scilab. Форматный вывод в командное окно.

31. Работа с числовыми массивами в Scilab.
32. Построение и оформление графиков функций.
33. Условные операторы и оператор цикла с условием.
34. Циклы с параметром и обработка массивов.
35. Примеры исследования динамических систем в условиях неопределенности.
36. Система визуального моделирования XCOS Scilab.

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

### **4.1. Основная литература**

1. 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: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-394-03716-0. – Текст : электронный.
2. Математическое моделирование. Практикум: учебное пособие / Л.А. Коробова, Ю.В. Бугаев, С.Н. Черняева, Ю.А. Сафонова ; науч. ред. Л.А. Коробова ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. – Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. – 113 с. : табл., граф., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482006> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-00032-247-5. – Текст : электронный.

### **4.2. Дополнительная литература**

1. Губина, Т.Н. Решение дифференциальных уравнений в системе компьютерной математики Mathima : учебное пособие / Т.Н. Губина, Е.В. Андропова ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «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: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=272098> (дата обращения: 01.09.2020). – 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](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](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.	<a href="http://edu.ru/">http://edu.ru/</a>	<b>Российское образование: Федеральный портал.</b> <b>Включает</b> ссылки на порталы и сайты образовательных учреждений; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	Свободный доступ
2.	<a href="http://citforum.ru/database/osbd/contents.shtml">http://citforum.ru/database/osbd/contents.shtml</a>	Информационно-аналитические материалы	Свободный доступ

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

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 предоставляется неограниченный индивидуальный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	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;
- Maxima - свободная система компьютерной алгебры,
- Scilab - свободная компьютерная 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).

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