ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор института математики, естествознания и техники
_____/Н.В.Черноусова/

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.05.02 Применение проблемно-ориентированных программных комплексов для математического моделирования сложных систем

Направление подготовки: *10.03.01 Информационная безопасность*
Направленность (профиль): *Организация и технология защиты информации (по отрасли или в сфере профессиональной деятельности)*
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	**10**		
Лабораторные занятия	**20**		
Практические (семинарские) занятия	**10**		
Консультации	**2**		
Форма(ы) промежуточной аттестации	**Зачет – 0,2** **Экзамен - 0,3**		
Контроль	**36**		
Иные формы работы			
Самостоятельная работа	**101,5**		

Всего часов:180

Трудоемкость: ___5__ 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 динамических систем с учетом соблюдения условий устойчивости 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 вариативной части блока Б1. Дисциплины (модули).

Планируемые результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2	**Знать:** - основные понятия, идеи, методы фундаментальной и прикладной математики, формулировки и доказательства утверждений, возможные сферы их применения для решения прикладных задач; - основные подходы к проведению теоретических и экспериментальных исследований, а также анализу их результатов; принципы математического моделирования; - основные способы решения задач профессиональной области с применением математических методов и моделей.	**Знает:** – основные понятия математического и компьютерного моделирования, этапы построения математических моделей, классификацию моделей; – численные методы решения дифференциальных уравнений (метод Эйлера, метод Рунге-Кутта) и их реализацию в системе Maxima и Scilab.
	Уметь: - осуществлять выбор математического инструментария, законов естественнонаучных дисциплин для решения поставленных математических и прикладных задач; - прилагать полученные математические знания к проведению исследований, а также анализу	**Умеет:** – осуществлять выбор инструментария программных сред Maxima и Scilab для исследования моделей систем; - применять на практике методы математической обработки ин-формации и методы математического моделирования.

	их результатов; – применять на практике методы математической обработки информации и методы математического моделирования; - использовать математический аппарат для решения прикладных задач в области защиты информации, а также принятии оптимальных управленческих решений в экономике.	
	Владеть: - базовым категориальным математическим аппаратом для построения и реализации основных математических алгоритмов, анализа математических и экономических проблем, решения практических задач; - способами накопления, обработки и использования математической информации; навыками построения, анализа и применения математических методов и моделей для решения прикладных задач; - навыками применения современного математического инструментария для решения прикладных задач в области защиты информации; планирования и прогнозирования, принятия оптимальных управленческих решений в экономике.	**Владеет:** - базовым математическим аппаратом, применяемым для моделирования и исследования устойчивости динамических систем; – навыками построения, анализа моделей и применения численных методов для исследования динамических систем; – навыками применения современного математического инструментария для исследования управляемых систем в условиях неопределенности.
ПК-11	**Знать:** - основные подходы к проведению экспериментов по заданной методике, обработке, оценке погрешности и достоверности их результатов; - основные принципы математического моделирования, подходы к решению прикладных задач с использованием методов математической статистики; - базовое оборудование, стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации, технические и программные средства для моделирования и	**Знает:** – основные принципы и этапы математического моделирования; – программные средства (в частности: Maxima и Scilab) для моделирования и обработки результатов экспериментов, а также теоретические основы и базовые подходы к моделированию и исследованию различных систем.

	обработки результатов экспериментов, а также теоретические основы и базовые подходы к моделированию и исследованию различных систем, в том числе физических и инфокоммуникационных	
	Уметь: - обосновывать и применять выбранные способы и методы исследования прикладных задач, возникающих в процессе профессиональной деятельности; - подбирать адекватные математические методы для решения поставленных практических задач, применять методы математического моделирования; - планировать и проводить эксперименты по заданной методике, используя необходимое оборудование, стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации, технические и программные средства, а также применять методы математического и физического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов инфокоммуникационных систем и систем в целом.	**Умеет:** – обосновывать и применять выбранные способы и методы исследования устойчивости систем, методы численного решения дифференциальных уравнений; – применять методы математического моделирования в процессе исследования и оптимизации параметров отдельных элементов систем.
	Владеть: - способностью анализировать проблемы, возникающие в профессиональной деятельности с точки зрения их разрешения посредством математических методов, проводить эксперименты по заданной методике, обработку, оценку погрешности и достоверности их результатов; - основными методами математического моделирования, способами и методиками исследования прикладных задач, возникающих в процессе профессиональной деятельности; - методами и средствами разработки и оформления технической документации, навыками работы	**Владеет:** – способностью проводить исследование динамических систем с помощью прикладных пакетов; – методами и навыками работы с программными средствами, позволяющими исследовать различные системы.

	с измерительным оборудованием, техническими и программными средствами, позволяющими исследовать различные системы, в том числе физические и инфокоммуникационные.	

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	
Раздел 1. Анализ современных программных сред моделирования динамических систем		**33**	**3**	**3**	**2**	**25**
1	**Тема 1. Математическое моделирование и этапы построения математических моделей.** Понятие модели, виды моделирования. Классификация моделей. Реализация математических моделей в виде компьютерных программ. Практическое использование построенной модели и анализ результатов моделирования.	13	1	2		10
2	**Тема 2. Роль компьютерного моделирования в научных и практических исследованиях.** Сравнительный обзор и характеристики систем компьютерной математики: Maxima, Scilab и др.	20	2	1	2	15
Раздел 2. Применение программных сред для разработки, анализа и верификации моделей		**43**	**4**	**4**	**10**	**25**
3	**Тема 3. Знакомство с системой Maxima.** 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.	19	2	2	5	10
4	**Тема 4. Функциональные возможности Scilab.** 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 исследования динамических систем в условиях неопределенности. Система визуального моделирования XCOS Scilab. Тулбокс SYSTEMS AND CONTROL.	24	2	2	5	15
Раздел 3. Применение программных сред к исследованию устойчивости динамических систем		**65,5**	**3**	**3**	**8**	**51,5**

5	**Тема 5. Понятие устойчивости, асимптотическая устойчивость.** Устойчивость решений дифференциальных уравнений. Виды устойчивости. Метод фазовой плоскости. Фазовые портреты линейных систем. Особенности фазовых портретов нелинейных систем. Методы построения фазовых портретов нелине йных систем.	30	3		4	20
	Тема 6. Примеры использования систем компьютерной математики в исследованиях конкретных динамических моделей. Модель брюсселяратора, модель Лотки-Вольтерры, модель системы управления перевернутым маятником.	35,5		3	4	31,5
	Зачет	0,2				
	Экзамен	0,3				
	Контроль	36				
	ИТОГО	***180***	***10***	***10***	***20***	***101.5***

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.

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 $\mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}$ прямоугольного параллелепипеда. Вычислить его объем V, площади трех граней $\mathrm{Sab}, \mathrm{Sbc}, \mathrm{Sac}$ и площадь поверхности S по формулам:

$$\mathrm{V} = \mathrm{a} \cdot \mathrm{b} \cdot \mathrm{c},$$

$$\mathrm{Sab} = \mathrm{a} \cdot \mathrm{b},\ \ \mathrm{Sbc} = \mathrm{b} \cdot \mathrm{c}, \qquad \mathrm{Sca} = \mathrm{c} \cdot \mathrm{a},$$

$$\mathrm{S} = 2 \cdot (\mathrm{Sab} + \mathrm{Sbc} + \mathrm{Sca}).$$

Вывести исходные и рассчитанные значения в виде:

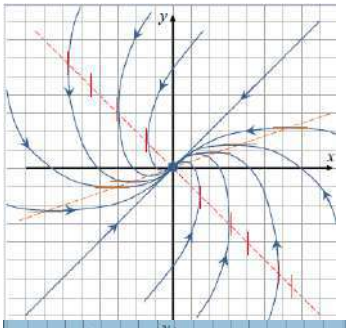
ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАЛЛЕЛЕПИПЕДА:
a = 2.00 см
b = 4.00 см
c = 6.00 см

ОТВЕТ ЗАДАЧИ:
ОБЪЕМ= 48.00 куб.см
Площадь поверхности = 88.00 кв.см
Площади граней Sab = 8.00 кв.см
Sbc = 24.00 кв.см
Sac = 12.00 кв.см

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

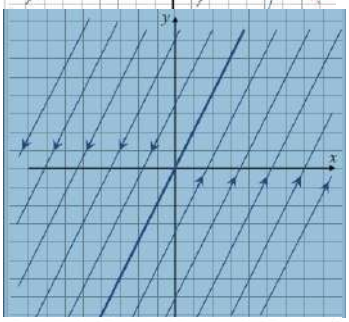
1) $$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = 2x - y, \\ \dfrac{dy}{dt} = 4x - 2y \end{cases}$$

А.



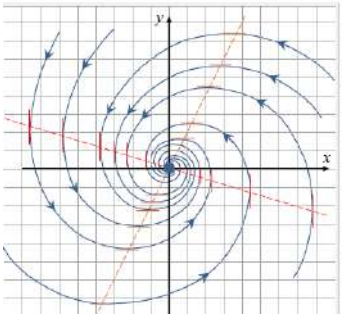
2) $$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = -x - y, \\ \dfrac{dy}{dt} = x - 3y \end{cases}$$

Б.



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

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 зачетас использованием следующих оценочных материалов:

Вопросы к зачету
(7 семестр, очная форма обучения)

1. Функции и команды системы Maxima.
2. Управление процессом вычислений в Maxima.
3. Простейшие преобразования выражений.
4. Решение алгебраических уравнений и их систем.
5. Графические возможности.
6. Численные методы решения дифференциальных уравнений.
7. Общие сведения о дифференциальных уравнениях.
8. Численные методы решения задачи Коши для обыкновенного дифференциального уравнения первого порядка.
9. Метод Эйлера.
10. Метод Рунге-Кутта 4 порядка точности.
11. Решение краевых задач для обыкновенных дифференциальных уравнений методом конечных разностей
12. Нахождение решений дифференциальных уравнений в системе Maxima.
13. Встроенные функции для нахождения решений дифференциальных уравнений.
14. Решение дифференциальных уравнений и их систем в символьном виде.
15. Построение траекторий и поля направлений дифференциальных уравнений.
16. Реализация численных методов решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений.
17. Реализация метод Эйлерав системе Maxima
18. Реализация метода Рунге-Куттав системе Maxima.
19. Основные конструкции языка и арифметические выражения в Scilab.
20. Форматный вывод в командное окно. Работа с числовыми массивами в Scilab.
21. Построение и оформление графиков функций.
22. Условные операторы и оператор цикла с условием. Циклы с параметром и обработка массивов.
23. Примеры исследования динамических систем в условиях неопределенности. Система визуального моделирования XCOS Scilab. Тулбокс SYSTEMS AND CONTROL.

Вопросы к экзамену
(7семестр, 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.Первый метод Ляпунова.
6.Второй (прямой) метод Ляпунова.
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. Примеры исследования динамических систем в условиях неопределенности.
31. 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 Maxima : 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. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad: учебное пособие / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев ; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 195 с.: табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781 (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7882-1715-4. – Текст: электронный.
3. 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 (дата обращения: 01.09.2020).
4. 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 (дата обращения: 01.09.2020).

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 учрежде-	Свободный доступ

		ний; государственные образовательные стандарты; нормативные документы; каталог экскурсий и обучающих программ.	
2.	http://citforum.ru/database/osbd/contents.shtml	Информационно-аналитические материалы	Свободный доступ

VI.СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕСПРАВОЧНЫЕ 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 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 компьютер-

ных 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.