

ЕЛЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. И.А. БУНИНА



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.О.02.06 Математическая теория устойчивости**

**Направление подготовки:** 01.04.02 Прикладная математика и информатика

**Направленность (профиль):** Информационное обеспечение экономической деятельности

**Квалификация (степень):** *магистр*

**Форма обучения:** *очная*

**Институт:** математики, естествознания и техники

**Кафедра:** математики и методики её преподавания

	очная форма	очно-заочная форма	заочная форма
Курс	2		
Семестр/триместр	4		

Лекции	11		
Лабораторные занятия			
Практические (семинарские) занятия	11		
Консультации			
Форма(ы) промежуточной аттестации	Зачет в 4 семестре		
Контроль			
Самостоятельная работа	86		

Всего часов: 108

Трудоемкость: 3 зачетных единиц.

## I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

**Цель изучения дисциплины:** изучение основ теории устойчивости и овладение методами исследования устойчивости решений дифференциальных уравнений и их систем и развитие умения применять эти методы для исследования устойчивости экономических процессов.

**Задачи изучения дисциплины:**

- овладение основами теоретических знаний в области устойчивости решений дифференциальных уравнений;
- овладение методами исследования устойчивости решений дифференциальных уравнений;
- развитие умения применять методы теории устойчивости для исследования устойчивости механических систем.

**Место дисциплины в структуре ОПОП:** реализуется в рамках базовой (обязательной) части блока Б1. Дисциплины (модули) Модуль 2 «Предметно-содержательный».

**Планируемые результаты обучения по дисциплине:**

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-2	<b>Знать:</b> –основы математического моделирования; –основы системного программирования;	<b>Знает:</b> • основные понятия и определения теории устойчивости решений дифференциальных уравнений; • основные методы исследования устойчивости решений дифференциальных уравнений; • особенности применения методов теории устойчивости к исследованию устойчивости экономических систем.
	<b>Уметь:</b> –применять существующие и разрабатывать новые математические методы для решения прикладных задач;	<b>Умеет:</b> • применять математический аппарат теории устойчивости движения к задачам исследования устойчивости механических систем; • выбирать наиболее эффективный метод исследования устойчивости в зависимости от конкретной постановки задачи; • давать физическую интерпретацию полученных результатов решения исследуемой задачи.

	<b>Владеть:</b> –приемами разработки и реализации нового математического обеспечения процессов решения прикладных задач в сфере управления предприятием, в сфере сетевых технологий, баз данных.	<b>Владеет:</b> • навыками освоения большого объема информации; культурой постановки и исследования экономических задач; • навыками решения типовых задач и задач повышенной трудности с использованием методов исследования устойчивости дифференциальных уравнений и их систем; • практикой исследования и решения теоретических и прикладных задач.
<b>ОПК-3</b>	<b>Знать:</b> –основы дискретной математики, численных методов, теории вероятностей и математической статистики; –методы оптимизации и оптимального управления;	<b>Знает:</b> –типы устойчивости систем и методы исследования устойчивости моделей с управлением и без управления; – методы численного решения дифференциальных уравнений и систем;
	<b>Уметь:</b> –разрабатывать новые математические модели для анализа и решения конкретных научно- исследовательских задач;	<b>Умеет:</b> –разрабатывать аппроксимированные модели и применять комбинацию методов для исследования определенного типа устойчивости;
	<b>Владеть:</b> –методами математического, информационного и имитационного моделирования по тематике выполняемых научных исследований;	<b>Владеет:</b> – методами исследования устойчивости и их программной реализацией с помощью применения систем компьютерной математики; – проводить анализ полученных результатов компьютерного 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

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия			Сам. раб.
			ЛК	ПЗ	ЛБ	
	<b>Раздел 1. Устойчивость линейных систем</b>	<b>58</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>46</b>

1.	Тема 1. Введение в теорию устойчивости	22	2			20
2.	Тема 2. Устойчивость линейных однородных систем	36	4	6		26
	<b>Раздел 2. Прямой метод Ляпунова</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>40</b>
3.	Тема 3. Теоремы Ляпунова и их приложение к исследованию на устойчивость.	28	4	4		20
4.	Тема 4. Метод линеаризации	22	2			20
5.	Консультация					
6.	Зачет					
7.	Контроль					
8.	Итого за семестр	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>10</b>		<b>86</b>
9.	<b>ИТОГО:</b>	<b>108</b>	<b>12</b>	<b>10</b>		<b>86</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**

- 1) Исследовать устойчивость нулевого положения равновесия линейной автономной системы

$$\begin{cases} \dot{x} = 2x - 3y; \\ \dot{y} = x - 2z; \\ \dot{z} = -x + 2z. \end{cases}$$

- 2) Исследовать устойчивость нулевого решения с помощью критериев Рауса-Гурвица и Ляпунова-Шепара

$$y^{(5)} + 3y^{(4)} + 5y''' + 15y'' + 4y' + 12y = 0.$$

- 3) Исследовать устойчивость нулевого решения с помощью геометрического критерия устойчивости Михайлова

$$y^{(5)} + 3y^{(4)} + 2y''' + y'' + 3y' + 2y = 0.$$

- 4) Найти все положения равновесия и исследовать их устойчивость

$$\begin{cases} \dot{x} = y; \\ \dot{y} = \sin(x + y). \end{cases}$$

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета

**Вопросы к зачету  
(4 семестр, очная форма обучения)**

- 1) Общее представление об устойчивости.
- 2) Типы устойчивости по начальным данным.
- 3) Основные понятия теории устойчивости.
- 4) Устойчивость линейной однородной системы с вещественной матрицей.
- 5) Устойчивость линейной однородной системы с комплексной матрицей.
- 6) Критерий устойчивости Рауса-Гурвица.
- 7) Геометрический критерий устойчивости Михайлова.
- 8) Критерий устойчивости Ляпунова-Шеппара.
- 9) Теоремы Ляпунова об устойчивости и асимптотической устойчивости.
- 10) Теоремы Ляпунова о неустойчивости.
- 11) Метод линеаризации.
- 12) Прямой метод Ляпунова.

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

**4.1. Основная литература**

1. Демидович, Б.П. Лекции по математической теории устойчивости: учебное пособие /Б.П. Демидович. – М: Изд.-во Лань, 2008. – 470 с.  
[https://litmy.ru/knigi/nauka\\_ucheba/383483-lekcii-po-matematicheskoy-teorii-ustojchivosti](https://litmy.ru/knigi/nauka_ucheba/383483-lekcii-po-matematicheskoy-teorii-ustojchivosti)

**4.2. Дополнительная литература**

1. Бродская, Л.И. Некоторые примеры неустойчивых задач управления : учебное пособие / Л.И. Бродская, А.Г. Ченцов ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2014. – 104 с. : ил. – (Современная математика в инженерном образовании). – Режим доступа: по подписке. – URL:  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275743> (дата обращения: 14.06.2020).
- 2.

**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://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университетский компью- тер. В дальнейшем инди- видуальный неограничен-

			ный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.e.lanbook.com">http://www.e.lanbook.com</a>	Издательство «Лань»	Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
3.	<a href="http://www.biblio-online.ru">www.biblio-online.ru</a>	Издательство «Юрайт»	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 индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.exponenta.ru">http://www.exponenta.ru</a>	«Образовательный математический сайт Exponenta.ru».	Индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
3.	<a href="http://www.math.ru">http://www.math.ru</a>	«Образовательный математический сайт Math.ru».	Индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
4.	<a href="http://www.mathhelp.spb.ru">http://www.mathhelp.spb.ru</a>	Лекции по высшей математике: Математический анализ; Дифференциальные уравнения и др.	Индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
5.	<a href="http://www.fismat.ru">http://www.fismat.ru</a>	Высшая математика для студентов и абитуриентов	Индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет

## VII. ЛИЦЕНЗИОННОЕ И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

- Microsoft Windows 7 Professional; Microsoft Windows 10 Professional; Академические лицензии OLP (Open License). Срок действия лицензии: бессрочно.

- Microsoft Office Professional Plus, Microsoft Office Standart (пакет офисных приложений). Академические лицензии OLP (Open License). Срок действия лицензии: бессрочно.
- Антивирусное ПО Kaspersky Endpoint Security 10. Коммерческая лицензия для 300 компьютеров.

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

Занятия проводятся в учебных аудиториях для проведения лекций и семинаров. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью. Часть из них укомплектованы техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (проектор, экран, компьютер/ноутбук). При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используется компьютерная техника для показа презентаций, соответствующих темам рабочей программы. В ходе образовательного процесса осуществляется самостоятельный поиск студентами дополнительного учебного материала с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных библиотечных систем. Для осуществления самостоятельной работы имеются кабинеты, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета