



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.В.ДВ.01.02 МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМ
ИНТЕЛЛЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Направление подготовки: *09.06.01 Информатика и вычислительная техника*
Направленность (профиль): *Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ*
Квалификация (степень): *Исследователь. Преподаватель-исследователь*
Форма обучения: *очная*

Институт: *математики, естествознания и техники*
Кафедра: *математического моделирования и компьютерных технологий*

	очная форма	заочная форма
Курс	2	
Семестр	4	

Лекции	18	
Лабораторные занятия		
Практические (семинарские) занятия		
Контроль	Зачет	
Самостоятельная работа	18	

Всего часов: 36

Трудоемкость: 1 зачетная единица.

Разработчик(и) рабочей программы:

доктор физико-математических наук, доцент О.Н. Масина

I. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Цель изучения дисциплины: формирование представления о современном состоянии и проблемах моделирования и анализа устойчивости систем интеллектуального управления.

Задачи изучения дисциплины: получение обучающимися представления о классификации интеллектуальных систем управления и основных задачах их моделирования и анализа, изучение методов исследования устойчивости динамических систем интеллектуального управления, а также комбинированных методов анализа устойчивости систем интеллектуального управления на основе развития методов Ляпунова.

Место дисциплины в структуре ОПОП: реализуется в рамках вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)».

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

Код компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 Готовность к осуществлению самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области направленности (профиля) программы аспирантуры	Знать: - современные тенденции и проблематику научных исследований в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ; - методологические подходы к планированию и осуществлению научных исследований в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ; - основы оценки качества научных исследований в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ.	Знает: – классификацию интеллектуальных систем управления и основные задачи их моделирования и анализа; – современное состояние и проблемы моделирования и анализа устойчивости систем интеллектуального управления.
	Уметь: - планировать и осуществлять самостоятельную научно-исследовательскую деятельность в области ма-	Умеет: – применять методы исследования устойчивости динамических систем интеллектуального управления.

	<p>тематического моделирования, численных методов и комплексов программ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - составлять и оформлять программу научного исследования, отчетную документацию по итогам проведения научно-исследовательской деятельности; - осуществлять внедрение результатов собственной научно-исследовательской деятельности в практику в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. 	
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками планирования и выполнения самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ; - методикой планирования и проведения опытно-экспериментальной работы в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ; - навыками оформления научной работы, ее презентации и защиты в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ. 	<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками использования комбинированных методов анализа устойчивости систем интеллектуального управления на основе развития методов Ляпунова.

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	
	Раздел 1. Основные подходы к построению систем интеллектуального управления. Современные методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления	20	10			10
1	Тема 1. Классификация систем управления и некоторые задачи их моделирования и анализа	4	2			2
2	Тема 2. Технические системы интеллектуального управления	4	2			2
3	Тема 3 Конструирование логических регуляторов на основе лингвистических данных	4	2			2
4	Тема 4. Конструирование нейронных регуляторов на основе численных данных	4	2			2
5	Тема 5. Методы анализа устойчивости систем интеллектуального управления	4	2			2
	Раздел 2. Устойчивость динамических систем интеллектуального управления в пространствах состояний и скоростей	8	4			4
6	Тема 6. Анализ устойчивости на основе свойств векторных полей состояний	4	2			2
7	Тема 7. Анализ устойчивости на основе свойств дивергенции поля скоростей	4	2			2
	Раздел 3. Развитие метода функций Ляпунова анализа устойчивости	8	4			4
8	Тема 8. Асимптотическая устойчивость и стабилизация дискретной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	4	2			2
9	Тема 9. Асимптотическая устойчивость и стабилизация непрерывной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	4	2			2
	<i>Форма отчетности</i>	Зачет				
	<i>Итого за 4 семестр</i>	36	18			18
	ИТОГО:	36	18			18

III. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Текущая аттестация проводится в форме контрольной работы, реферата.

Типовой вариант контрольной работы

1. С помощью определения устойчивости в смысле Ляпунова показать, что каждое решение уравнения $dx/dt=0$ устойчиво.
2. Исследовать на устойчивость нулевое решение системы
$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -5y - 2x^3, \\ \frac{dy}{dt} = 5x - 3y^3. \end{cases}$$
3. С помощью критерия Гурвица исследовать устойчивость системы уравнения, у которой характеристическое уравнение имеет следующий вид: $\lambda^4 + 4\lambda^3 + 3\lambda^2 + 5\lambda + 4 = 0$.

Примерная тематика рефератов

1. Конструирование нейронных регуляторов на основе численных данных.
2. Принцип сведения задачи об устойчивости решений дифференциальных включений к задаче об устойчивости решений нечетких дифференциальных уравнений.
3. Алгоритм нахождения запаса устойчивости систем интеллектуального управления в пространствах состояний.
4. Анализ устойчивости маятниковых систем на основе дивергентного метода.
5. Анализ устойчивости систем интеллектуального управления с помощью разрывных функций Ляпунова.

Промежуточная аттестация обучающихся осуществляется в форме зачета с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к зачету.

Вопросы к зачету (4 семестр, очная форма обучения)

1. Понятие интеллектуального и интеллектуального управления.
2. Классификация интеллектуальных систем управления.
3. Основные задачи моделирования и анализа интеллектуальных систем управления.
4. Системы, основанные на знаниях.
5. Понятие регулятора. Логические регуляторы.
6. Алгоритм логического вывода.
7. Достоинства и недостатки систем интеллектуального управления.
8. Примеры промышленного использования интеллектуальных систем.
9. Технические системы интеллектуального управления.

10. База правил логического регулятора на основе лингвистических данных.
11. Процедура дефаззификации.
12. Теоремы об устойчивости состояния равновесия логического регулятора.
13. Особенность метода нейронных сетей.
14. База правил логического регулятора на основе численных данных.
15. Методы анализа устойчивости систем интеллектуального управления.
16. Принцип сведения задачи об устойчивости решений дифференциальных включений к задаче об устойчивости решений нечетких дифференциальных уравнений.
17. Комбинированные методы анализа устойчивости на основе развития методов Ляпунова.
18. Спектрально-бифуркационный метод анализа устойчивости систем интеллектуального управления.
19. Условия устойчивости состояния равновесия одномерной, двумерной и трехмерной систем интеллектуального управления.
20. Понятие «запас устойчивости» для систем интеллектуального управления. Алгоритм нахождения запаса устойчивости n -мерных систем интеллектуального управления ($n \geq 3$).
21. Метод исследования устойчивости систем интеллектуального управления, основанный на дивергенции поля скоростей.
22. Условия равномерной устойчивости состояний равновесия двумерной, трехмерной и n -мерной ($n \geq 4$) систем интеллектуального управления.
23. Дискретные системы интеллектуального управления с синглтон-выходом.
24. Условия устойчивости дискретной системы интеллектуального управления с синглтон-выходом на основе свойств линейных матричных неравенств.
25. Непрерывные системы интеллектуального управления с синглтон-выходом.
26. Условия устойчивости непрерывной системы интеллектуального управления с синглтон-выходом на основе свойств линейных матричных неравенств.

IV. ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Интеллектуальные системы : учебное пособие / А. Семенов, Н. Соловьев, Е. Чернопрудова, А. Цыганков ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2013. – 236 с. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259148> (дата обращения: 01.09.2020). – Текст : электронный.
2. Серегин, М.Ю. Интеллектуальные информационные системы : учебное пособие / М.Ю. Серегин, М.А. Ивановский, А.В. Яковлев ; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2012. – 205 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277790> (дата обращения: 01.09.2020). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

Дополнительная литература

1. Игонина Е.В., Масина О.Н., Дружинина О.В. Анализ устойчивости динамических систем на основе методов интеллектуального управления и свойств линейных матричных неравенств. Монография. – Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2020. – 174 с.
http://www.elsu.ru/uploads/files/2020-10/1602700872_igonina-novoe-monografiya-2020.pdf
2. Масина О.Н., Петров А.А., Дружинина О.В., Рапопорт Л.Б. Моделирование и стабилизация нелинейных управляемых систем. Учебное пособие. Елец: Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина, 2020. – 117 с.
http://www.elsu.ru/uploads/files/2020-10/1602700693_masina_2novoe_posobie_2020.pdf
3. Масина О.Н., Дружинина О.В., Рапопорт Л.Б. Элементы теории устойчивости математических моделей управляемых систем. Учебное пособие. – 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.	https://www.intuit.ru/	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услуги дистанционного обучения по нескольким образовательным программам, многие из которых касаются информационных технологий. Сайт содержит несколько сотен открытых образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить электронный сертификат. Также возможно платное получение сертификатов о повышении квалификации. Кроме того, организация действует как издательство, выпуская учебную литературу по курсам.	Свободный доступ

VI. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	http://www.biblioclub.ru	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.	www.garant.ru	Гарант.РУ – 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).

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