



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.01.ДВ.02.01 МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ИНТЕЛЛЕКТНОГО**  
**УПРАВЛЕНИЯ**

**Направление подготовки:** *01.03.02 Прикладная математика и информатика*  
**Направленность (профиль):** *Моделирование и цифровизация социально-экономических систем*  
**Квалификация (степень):** *бакалавр*  
**Форма обучения:** *очная*

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

	<b>очная форма</b>	<b>очно-заочная форма</b>	<b>заочная форма</b>
<b>Курс</b>	4		
<b>Семестр/триместр</b>	7		
<b>Лекции</b>	12		
<b>Лабораторные занятия</b>	24		
<b>Практические (семинарские) занятия</b>	12		
<b>в т. ч. практическая подготовка</b>	4		
<b>Форма(ы) промежуточной аттестации</b>	Зачет		
<b>Контроль</b>			
<b>Иные формы работы</b>			
<b>Самостоятельная работа</b>	24		

**Всего часов: 72**

**Трудоемкость: 2 зачетные единицы.**

**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 (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	Знать: <ul style="list-style-type: none"><li>– методы и приемы формализации задач, языки формализации функциональных спецификаций;</li><li>– принципы построения и виды архитектуры программного обеспечения;</li><li>– типовые решения, библиотеки программных модулей, шаблоны, классы объектов, используемые при разработке программного обеспечения.</li></ul>	Знает: <ul style="list-style-type: none"><li>– методы исследования устойчивости динамических систем интеллектуального управления с применением современного программного обеспечения информационных систем.</li></ul>
	Уметь: <ul style="list-style-type: none"><li>– вырабатывать варианты реализации программного обеспечения;</li><li>– применять методы и технологии проектирования программного обеспечения, программных интерфейсов, структур и баз данных.</li></ul>	Умеет: <ul style="list-style-type: none"><li>– исследовать устойчивость систем интеллектуального управления при решении профессиональных задач с использованием программного обеспечения информационных систем.</li></ul>
	Владеть: <ul style="list-style-type: none"><li>– действиями по разработке и согласованию технических спецификаций на программные компоненты;</li><li>– действиями по согласованию требований к программному обеспечению с заинтересованными сторонами, распределению заданий между программистами в соответствии с техническими спецификациями, осуществлению контроля выполнения заданий, формированию отчетности в соответствии с установленными регламентами.</li></ul>	Владеет: <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками разработки программного и аппаратного обеспечения информационных систем при решении задач моделирования и устойчивости систем интеллектуального управления.</li></ul>

## 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. Основные подходы к построению систем интеллектуального управления. Современные методы анализа устойчивости динамических систем интеллектуального управления</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
1	Тема 1. Классификация систем управления и некоторые задачи их моделирования и анализа	6	1	1	2	2
2	Тема 2. Технические системы интеллектуального управления	6	1	1	2	2
3	Тема 3 Конструирование логических регуляторов на основе лингвистических данных	6	1	1	2	2
4	Тема 4. Конструирование нейронных регуляторов на основе численных данных	6	1	1	2	2
5	Тема 5. Методы анализа устойчивости систем интеллектуального управления	6	1	1	2	2
	<b>Раздел 2. Устойчивость динамических систем интеллектуального управления в пространствах состояний и скоростей</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>10</b>
6	Тема 6. Анализ устойчивости на основе свойств векторных полей состояний	13	2	2	4	5
7	Тема 7. Анализ устойчивости на основе свойств дивергенции поля скоростей	13	2	2	4	5
	<b>Раздел 3. Развитие метода функций Ляпунова анализа устойчивости</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
8	Тема 8. Асимптотическая устойчивость и стабилизация дискретной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	6	1	1	2	2
9	Тема 9. Асимптотическая устойчивость и стабилизация непрерывной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	10	2	2	4	2
	<i>Зачет</i>					
	<i>Итого за 7 семестр</i>	72	12	12	24	24
	<i>в т.ч. практическая подготовка</i>	4				
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>24</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, реферата.

#### **Типовой вариант контрольной работы**

1. С помощью определения устойчивости в смысле Ляпунова показать, что каждое решение уравнения  $dx/dt=0$  устойчиво.
2. С помощью математического пакета 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 в математическом пакете 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 (7 семестр, очная форма обучения)**

1. Понятие интеллектуального и интеллектного 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**

### **4.1. Основная литература**

1. Буканова, Т.С. Моделирование систем управления : учебное пособие / Т.С. Буканова, М.Т. Алиев ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный технологический университет, 2017. – 144 с. : ил., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483694> (дата обращения: 23.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1899-6. – Текст : электронный.
2. Глухов, Д.О. Моделирование систем управления : практикум / Д.О. Глухов, И.В. Петухов ; под ред. Д.О. Глухова ; Поволжский государственный технологический университет. – Йошкар-Ола : Поволжский государственный тех-

нологический университет, 2015. – 84 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437061> (дата обращения: 23.08.2021). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1546-9. – Текст : электронный.

#### 4.2. Дополнительная литература

1. 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: 23.08.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
2. Русак, С.Н. Моделирование систем управления : учебное пособие / С.Н. Русак, В.А. Криштал ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2015. – 135 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457619> (дата обращения: 23.08.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
3. 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: 23.08.2021). – Текст : электронный.

### У. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
1.	<a href="https://www.intuit.ru/">https://www.intuit.ru/</a>	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.	Свободный доступ

		туру по курсам.	
--	--	-----------------	--

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

<b>№ п</b>	<b>Ссылка на информационный ресурс</b>	<b>Наименование разработки в электронной форме</b>	<b>Доступность</b>
1.	<a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн	Регистрация через любой университет- ский компьютер. В дальнейшем индиви- дуальный неограни- ченный доступ из лю- бой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет
2.	<a href="http://www.garant.ru">www.garant.ru</a>	Гарант.РУ – информационно- правовой портал	Свободный доступ.
3.	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Российский информационный портал в области науки, техноло- гии, 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 ПРО- ГРАММНОЕ 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 классах, оснащенных автоматизированными рабочими местами с компьютерами.

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