



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

**Направление подготовки:** 09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
**Направленность (профиль):** Компьютерное моделирование и анализ данных  
**Квалификация (степень):** бакалавр  
**Форма обучения:** очная

**Институт:** цифровых технологий и математики  
**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>	10		
<b>Лабораторные занятия</b>	20		
<b>Практические (семинарские) занятия</b>	10		
<b>в т. ч. практическая подготовка</b>	4		
<b>Форма(ы) промежуточной аттестации</b>	Экзамен – 0.3		
<b>Контроль</b>	9		
<b>Иные формы работы</b>	-		
<b>Самостоятельная работа</b>	58.7		

**Всего часов:** 108

**Трудоемкость:** 3 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 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>– 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>	Знает: <ul style="list-style-type: none"><li>– информационно-коммуникационные технологии, применяемые при моделировании систем интеллектуального управления</li><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>– 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>	Умеет: <ul style="list-style-type: none"><li>– использовать информационно-коммуникационные технологии при моделировании систем интеллектуального управления</li><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>– анализом возможностей реализации требований к программному обеспечению;</li></ul>	Владеет: <ul style="list-style-type: none"><li>– навыками использования информационно-коммуникационных техноло-</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками распределения заданий между программами 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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>гий при моделировании систем интеллектуального управления</li> <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>40</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>20</b>
1	Тема 1. Классификация систем управления и некоторые задачи их моделирования и анализа	8	1	2	1	4
2	Тема 2. Технические системы интеллектуального управления	8	1	2	1	4
3	Тема 3. Конструирование логических регуляторов на основе лингвистических данных	8	1	2	1	4
4	Тема 4. Конструирование нейронных регуляторов на основе численных данных	8	1	2	1	4
5	Тема 5. Методы анализа устойчивости систем интеллектуального управления	8	1	2	1	4
	<b>Раздел 2. Устойчивость динамических систем интеллектуального управления в пространствах состояний и скоростей</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>20</b>
6	Тема 6. Анализ устойчивости на основе свойств векторных полей состояний	14	1	2	1	10
7	Тема 7. Анализ устойчивости на основе свойств дивергенции поля скоростей	14	1	2	1	10
	<b>Раздел 3. Развитие метода функций Ляпунова анализа устойчивости</b>	<b>30.7</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>18.7</b>
8	Тема 8. Асимптотическая устойчивость и стабилизация дискретной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	14	1	2	1	10
9	Тема 9. Асимптотическая устойчивость и стабилизация непрерывной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	16.7	2	4	2	8.7

	Экзамен	0.3				
	Контроль	9				
	Итого за 7 семестр	108	10	20	10	58.7
	в т.ч. практическая подготовка	4				
	ИТОГО:	108	10	20	10	58.7

**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 экзамена с использованием следующих оценочных материалов: перечень вопросов к экзамену.

**Вопросы к экзамену  
(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 интеллектного управления.
8. Примеры промышленного использования интеллектных систем.
9. Технические системы интеллектного 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 интеллектного 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 интеллектного управления.
19. Условия устойчивости состояния равновесия одномерной, двумерной и трехмерной систем интеллектного управления.
20. Понятие «запас устойчивости» для систем интеллектного управления. Алгоритм нахождения запаса устойчивости  $n$ -мерных систем интеллектного управления ( $n \geq 3$ ).
21. Метод исследования устойчивости систем интеллектного управления, основанный на дивергенции поля скоростей.
22. Условия равномерной устойчивости состояний равновесия двумерной, трехмерной и  $n$ -мерной ( $n \geq 4$ ) систем интеллектного управления.
23. Дискретные системы интеллектного управления с синглтон-выходом.
24. Условия устойчивости дискретной системы интеллектного управления с синглтон-выходом на основе свойств линейных матричных неравенств.
25. Непрерывные системы интеллектного управления с синглтон-выходом.
26. Условия устойчивости непрерывной системы интеллектного управления с синглтон-выходом на основе свойств линейных матричных неравенств.

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

##### **4.1. Основная литература**

1. Веселая А. А. Компьютерное моделирование устойчивости систем управления : учебное пособие / А. А. Веселая ; Южный федеральный университет,

- Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Южный федеральный университет, 2024. – 145 с. : табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=724441> (дата обращения: 21.04.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9275-4662-6. – Текст : электронный.
2. Гутова С. Г. Моделирование систем автоматического регулирования : учебное пособие : [16+] / С. Г. Гутова, Е. С. Каган ; Кемеровский государственный университет. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2020. – 230 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=684982> (дата обращения: 21.04.2025). – Библиогр.: с. 186-191. – ISBN 978-5-8383-2741-6. – Текст : электронный.
  3. Моделирование систем автоматического регулирования технологических процессов : курс лекций : [16+] / сост. С. Г. Гутова, Е. С. Каган, М. А. Новосельцева, И. А. Казакевич [и др.]. – Кемерово : Кемеровский государственный университет, 2022. – 518 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=719751> (дата обращения: 21.04.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8353-2966-3. – Текст : электронный.

#### **4.2. Дополнительная 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: 21.04.2025). – 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 технологический университет, 2015. – 84 с. : ил., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437061> (дата обращения: 21.04.2025). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-8158-1546-9. – Текст : электронный.
3. 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: 21.04.2025). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
4. 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: 21.04.2025). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

5. 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: 21.04.2025). – Текст : электронный.

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

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электрон- ной 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, выпускающая учебную литературу по курсам.	Свободный до- ступ

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

№ пп	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность
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, 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 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.