



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.ДВ.1.1 Методы исследования и стабилизация управляемых динамических систем

Шифр и наименование группы научных специальностей

2.3. Информационные технологии и телекоммуникации

Шифр и наименование научной специальности

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации

Форма обучения: очная

Институт: математики, естествознания и техники

Кафедра: математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности

Трудоёмкость в ЗЕТ – 3

Трудоёмкость в часах – 108

Разработчик: к.т.н., Петров А.А.

Общие положения

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования и стабилизация управляемых динамических систем» разработана в соответствии с федеральными государственными требованиями, утвержденными приказом Министерства образования и науки высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины: формирование представления о современном состоянии и проблемах исследования и стабилизация управляемых динамических систем.

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина относится к образовательному компоненту программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны:

знать:

- классификацию управляемых динамических систем и основные задачи их моделирования и анализа;
- современное состояние и проблемы моделирования и анализа устойчивости управляемых динамических систем;

уметь:

- применять методы исследования устойчивости управляемых динамических систем;

владеть:

- навыками использования комбинированных методов анализа устойчивости управляемых динамических систем на основе развития методов Ляпунова.

4. СТРУКТУРА, ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Трудоёмкость в ЗЕТ – 3

Трудоёмкость в часах – 108
 Лекций – 18 ч.
 Практические занятия – 18 ч.

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоёмкость, академ. часы			
		Всего часов	аудиторные занятия		
			Лекции	практические (лабораторные)	Самостоятельная работа
1.	<i>Раздел 1. Основные понятия управляемых динамических систем</i>	60	10	10	40
2.	Тема 1. Классификация систем управления и некоторые задачи их моделирования и анализа	12	2	2	8
3.	Тема 2. Прикладная значимость теории динамических систем	12	2	2	8
4.	Тема 3. Моделирование динамических систем в форме дифференциальных уравнений	12	2	2	8
5.	Тема 4. Стабилизация динамических систем с использованием внешнего воздействия	12	2	2	8
6.	Тема 5. Методы анализа устойчивости динамических систем	12	2	2	8
7.	<i>Раздел 2. Устойчивость динамических систем интеллектуального управления в пространствах состояний и скоростей</i>	24	4	4	16
8.	Тема 6. Анализ устойчивости на основе свойств векторных полей состояний	12	2	2	8
9.	Тема 7. Анализ устойчивости на основе свойств дивергенции поля скоростей	12	2	2	8
10.	<i>Раздел 3. Развитие метода функций Ляпунова анализа устойчивости</i>	24	4	4	16
11.	Тема 8. Асимптотическая устойчивость и стабилизация дискретной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	12	2	2	8
12.	Тема 9. Асимптотическая устойчивость и стабилизация непрерывной системы с синглтон-выходом на основе функций Ляпунова	12	2	2	8
	Промежуточная аттестация				

ИТОГО:	108	18	18	72
--------	-----	----	----	----

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Текущий контроль по дисциплине осуществляется 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.

5.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 1 семестре в форме зачета.

Перечень вопросов к зачету

1. Понятие управляемой динамической системы.
2. Классификация систем управления динамическими объектами.
3. Основные задачи моделирования и анализа управляемых динамических систем.
4. Понятие непрерывной динамической системы.
5. Понятие дискретной динамической системы.
6. Дифференциальные уравнения в моделировании динамических систем.
7. Разностные уравнения в моделировании динамических систем.
8. Интегральные компоненты в динамических системах.

9. Методы реализации управления в динамических системах.
10. Принцип сведения задачи об устойчивости решений дифференциальных включений к задаче об устойчивости решений нечетких дифференциальных уравнений.
11. Комбинированные методы анализа устойчивости на основе развития методов Ляпунова.
12. Спектрально-бифуркационный метод анализа устойчивости систем интеллектуального управления.
13. Условия устойчивости состояния равновесия одномерной, двумерной и трехмерной систем интеллектуального управления.
14. Понятие «запас устойчивости» для систем интеллектуального управления. Алгоритм нахождения запаса устойчивости n -мерных систем интеллектуального управления ($n \geq 3$).
15. Метод исследования устойчивости систем интеллектуального управления, основанный на дивергенции поля скоростей.
16. Условия равномерной устойчивости состояний равновесия двумерной, трехмерной и n -мерной ($n \geq 4$) систем интеллектуального управления.
17. Дискретные системы интеллектуального управления с синглтон-выходом.
18. Условия устойчивости дискретной системы интеллектуального управления с синглтон-выходом на основе свойств линейных матричных неравенств.
19. Непрерывные системы интеллектуального управления с синглтон-выходом.
20. Условия устойчивости непрерывной системы интеллектуального управления с синглтон-выходом на основе свойств линейных матричных неравенств.

Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

Критерии оценивания для зачета

Оценка «зачтено». Систематическое посещение занятий в течение учебного года - аспирант посетил более 75% аудиторных занятий. В процессе обучения показал заинтересованность в предмете.

Оценка «не зачтено». Пропущено значительное количество занятий без уважительной причины - аспирант посетил менее 75% аудиторных занятий. В процессе обучения не проявил интереса к предмету.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Основная литература

1. Дифференциальные уравнения. Устойчивость и оптимальная стабилизация : учебное пособие для вузов / А. Н. Сесекин [и др.] ; ответственный редактор А. Н. Сесекин ; под научной редакцией А. Ф. Шорикова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 119 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08215-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/493627> (дата обращения: 01.09.2023).

6.2. Дополнительная 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: 01.09.2023). – 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: 01.09.2023). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.
3. 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
4. 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
5. 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

6.3. Электронные образовательные ресурсы

1.	https://www.intuit.ru/	Национальный открытый университет - организация, предоставляющая с помощью собственного сайта услу-	Свободный доступ
----	---	---	------------------

		<p>ги 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.</p>	
2.	http://www.biblioclub.ru	<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) Университетская библиотека онлайн</p>	<p>Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет</p>
3.	http://urait.ru	<p>Электронно-библиотечная система (ЭБС) Образовательная платформа Юрайт</p>	<p>Регистрация через любой университетский компьютер. В дальнейшем индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет</p>
4.	www.garant.ru	<p>Гарант.РУ – информационно-правовой портал</p>	<p>Свободный доступ.</p>
5.	www.elibrary.ru	<p>Российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования</p>	<p>Свободный доступ</p>
6.	www.consultant.ru	<p>Российская компьютерная справочно-правовая система</p>	<p>Свободный доступ</p>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническая база, информационные технологии, программное

о
б
е
с
п
е
ч
е