Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (ВлГУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по ОД

А.А. Панфилов

" O1 "

09

2020r.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ «Математические методы теории систем»

Направление подготовки 09.06.01 "Информатика и вычислительная техника" Направленность подготовки «Системы автоматизации проектирования» Уровень высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации Форма обучения Очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ акад. час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС,	Форма промежуточной аттестации (экз./зачет)
4	4/144	36	4	6	32	экз. (72 часов)
Итого	4/144	36	4	2:	32	экз. (72 часов)

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины состоит в обучении аспирантов математическим методам теории системного моделирования, необходимому при проектировании и исследовании технических и вычислительных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Математические методы теории систем» относится к вариативной части по направлению 09.06.01 — «Информатика и вычислительная техника» аспирантуры по направленности «Системы автоматизации проектирования».

Дисциплина основывается на следующих дисциплинах направления 09.06.01 — «Информатика и вычислительная техника» как «История и философия науки», «Информационные технологии в науке и образовании». Дисциплина является основой для выполнения диссертационной работы

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения $O\PiO\Pi$

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-3	способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности	ЗНАТЬ: общие вопросы теории систем и базовые математические методы, и подходы для анализа и моделирования технических объектов. Методы научных исследований, методы оптимизации. УМЕТь: самостоятельно исследовать математические методы, готовить аналитические обзоры по заданным научным темам. Воспринимать математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания. Самостоятельно приобретать, развивать и применять знания для решения нестандартных задач, в том числе, в новой или незнакомой среде. Применять методы оптимизации при решении задач профессиональной деятельности. ВЛАДЕТь: навыками работы с программными системами моделирования вычислительных систем и узлов, навыками работы с технической и справочной литературой через Интернет. Навыками проведения научных

		исследований, существующими
		методами и алгоритмами решения
		задач распознавания и обработки
		данных, существующими методами и
		алгоритмами решения задач цифровой
		обработки сигналов
УК-4	готовность использовать	ЗНАТЬ: виды и особенности
	современные методы и	письменных текстов и устных
	технологии научной	выступлений; понимать общее
	коммуникации на	содержание сложных текстов на
	государственном и	абстрактные и
	иностранном языках	конкретные темы, в том числе
	1	узкоспециальные тексты
		УМЕТЬ: подбирать литературу по
		теме, составлять двуязычный словник,
		переводить и реферировать
		специальную литературу,
		подготавливать научные доклады и
		презентации на базе прочитанной
		специальной литературы, объяснить
		свою точку зрения и рассказать
		о своих планах.
		ВЛАДЕТЬ: навыками обсуждения
		знакомой темы, делая важные
		The state of the s
		замечания и отвечая на вопросы;
		создания простого связного текста по
		знакомым или интересующим его
		темам, адаптируя его для целевой
		аудитории.

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часов

		Семестр	тра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу аспирантов и трудоемкость (в часах)			ная ую тов	Объем учебной	Формы текущего
№ п/п	Раздел дисциплины		Неделя семестра	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	CPC	работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Модели сложных систем	4		12	2		10		Устный опрос
1.1	Описание моделей	4		4			2		Устный опрос
1.2	Макромоделирование	4		4			4		Устный опрос

1.3	Понижение порядка моделей	4	4	2		4	Устный опрос
2	Понижение порядка	4	12			10	Устный опрос
2.1	моделей линейных систем Общая характеристика проекционных методов. Метод и алгоритм Крылова	4	4			2	Устный опрос
2.2	Метод и алгоритмы сокращенной балансной реализации	4	4			4	Устный опрос
2.3	Метод разложения на основе сингулярных значений	4	4			4	Устный опрос
3	Понижение порядка моделей нелинейных систем	4	12			12	Устный опрос
3.1	Метод рядов Вольтерра	4	4			4	Устный опрос
3.2	Метод кусочно-линейной аппроксимации	4	4			4	Устный опрос
3.3	Метод кусочно- полиномиальной аппроксимации	4	4			4	Устный опрос
Итого	о за семестр:		36	4	0	32	Экзамен (72 часов)
Налі	ичие в дисциплине КП/КР						нет
Всего	о по УП		36	4	0	32	Экзамен (72 часов)

Содержание дисциплины по темам (разделам)

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	Раздел I. Модели сложных систем	Введение Модель, модели для разных уровней представления, разных областей представления и разной степени сложности. Иерархия моделей. Макромодели. Проектировании систем «сверху вниз», процедура синтеза. Методы понижения порядка модели (Model Order Reduction, MOR). Модели в виде дифференциальных алгебраических уравнений (ДАУ или обыкновенные дифференциальные уравнения, в частном случае). Сокращением порядка модели это генерация более упрощенной модели, которая отражает наиболее важные динамические свойства исходной полной модели. Под моделью будем понимать математическую модель, которая описывает поведение системы. Модель может быть линейной или нелинейной, непрерывной

1	2	3
		или дискретной по значениям, непрерывной или дискретной по времени, детерминированной или стохастической. Под «более упрощенной» моделью будем понимать модель, которая более эффективна по вычислительным затратам, а также имеет дополнительные свойства, такие как разреженность матриц, число параметров, число переменных состояний, корреляция среди переменных и т.д. Слова «наиболее важными» характеристики зависят от применений. Например, это может быть передаточная функция на базовых частотах для линейных систем с постоянными параметрами, форма колебания, стабильность, пассивность и
2.	Раздел II. Понижение порядка моделей линейных систем	Т.д. Два класса методов МОR: методы на основе проекций (проекционные методы) и не проекционные методы. Проекционные методы. Идея проекции высокоразмерной задачи (размерность N) в новое подпространство, которое эффективно согласуется с исходным описанием, но значительно меньшее по размерности (размерность Nr, N >> Nr). Методы согласования моментов передаточной функции (на основе подпространств Крылова), методы на основе ограниченной балансной реализации (Truncated Balanced Realizations, TBR) и группа методов на основе правильной ортогональной декомпозиции (Proper Orthogonal Decomposition, POD). Порядок подпространства Крылова. Реализация метода Крылова с помощью алгоритмов Арнольди или Ланцоша. Два основных недостатков. Метод ограниченной балансной реализации (truncated balanced realization, TBR) в теории управления. Идеи управляемости и наблюдаемости (различимости) (controllability and observability). Граммианы и уравнения Ляпунова. Правильной ортогональной декомпозиции (proper orthogonal decomposition, POD). Декомпозиция Кархунена-Ловье (Karhunen-Loeve decomposition). Анализ принципиальных (главных) компонент (Principal components analysis, PCA). Декомпозиция на основе сингулярных значений (singular value decomposition, SVD).
3.	Раздел III Понижение порядка моделей нелинейных систем	Значении (singular value decomposition, S V D). Для нелинейных систем строится на базе для линейных систем. Методы функциональных рядов Вольтерра. Согласование моментов ядер Вольтерра (или передаточных функций более высокого порядка). Ряд Вольтерра и

1	2	3
		сходимость. Сильно нелинейные системы. Аппроксимации нелинейных свойств кусочнолинейными зависимостями в широком диапазоне. Точки разложения. Сшивание отрезков взвешенной суммой. Комбинация метода рядов Вольтерра и кусочно-линейной
		аппроксимации.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины «Математические методы теории систем» используются разнообразные образовательные технологии как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения.

Активные и интерактивные методы обучения:

- Интерактивная лекция (тема №1-3);
- Групповая дискуссия (тема №1-3);
- Применение имитационных моделей (тема №1-3);

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ

Вопросы опроса текущего контроля успеваемости:

1. Модели для разных уровней представления 2.

Модели для разных областей представления.

- 3. Модели разной степени сложности.
- 4. Иерархия моделей.
- 5. Макромодели.
- 6. Проектировании систем «сверху вниз».
- 7. Процедура синтеза.
- 8. Методы понижения порядка модели.
- 9. Модели в виде дифференциальных алгебраических уравнений 10. Проекционные методы.
- 11. Методы согласования моментов передаточной функции.
- 12. Подпространства Крылова.
- 13. Методы на основе ограниченной балансной реализации. 14. Методы на основе правильной ортогональной декомпозиции
- 15. Декомпозиция на основе сингулярных значений.
- 16. Методы функциональных рядов Вольтерра.
- 17. Согласование моментов ядер Вольтерра (или передаточных функций более высокого порядка).

Вопросы экзамена:

- 1. Модели для разных уровней представления
- 2. Модели для разных областей представления.
- 3. Модели разной степени сложности.
- 4. Иерархия моделей.
- 5. Макромодели.
- 6. Проектировании систем «сверху вниз».
- 7. Процедура синтеза.
- 8. Методы понижения порядка модели.

- 9. Модели в виде дифференциальных алгебраических уравнений
- 10. Проекционные методы.
- 11. Методы согласования моментов передаточной функции.
- 12. Подпространства Крылова.
- 13. Методы на основе ограниченной балансной реализации.
- 14. Методы на основе правильной ортогональной декомпозиции
- 15. Декомпозиция на основе сингулярных значений.
- 16. Методы функциональных рядов Вольтерра.
- 17. Согласование моментов ядер Вольтерра (или передаточных функций более высокого порядка).
- 18. Ряд Вольтерра и сходимость.
- 19. Сильно нелинейные системы.
- 20. Аппроксимации нелинейных свойств кусочно-линейными зависимостями в широком диапазоне.
- 21. Выбор точек разложения.
- 22. Сшивание отрезков взвешенной суммой.
- 23. Комбинация метода рядов Вольтерра и кусочно-линейной аппроксимации

Темы самостоятельной работы:

1. Модели для разных уровней представления 2.

Модели для разных областей представления.

- 3. Модели разной степени сложности.
- 4. Иерархия моделей.
- 5. Макромодели.
- 6. Проектировании систем «сверху вниз».
- 7. Процедура синтеза.
- 8. Методы понижения порядка модели.
- 9. Модели в виде дифференциальных алгебраических уравнений 10. Проекционные методы.
- 11. Методы согласования моментов передаточной функции.
- 12. Подпространства Крылова.
- 13. Методы на основе ограниченной балансной реализации.
- 14. Методы на основе правильной ортогональной декомпозиции
- 15. Декомпозиция на основе сингулярных значений.
- 16. Методы функциональных рядов Вольтерра.
- 17. Согласование моментов ядер Вольтерра (или передаточных функций более высокого порядка).
- 18. Ряд Вольтерра и сходимость.
- 19. Сильно нелинейные системы.
- 20. Аппроксимации нелинейных свойств кусочно-линейными зависимостями в широком диапазоне.
- 21. Выбор точек разложения.
- 22. Сшивание отрезков взвешенной суммой.
- 23. Комбинация метода рядов Вольтерра и кусочно-линейной аппроксимации

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование	Год	КНИГООБЕСІ	ТЕЧЕННОСТЬ
литературы: автор, название, издательство		печатные издания (кол-во)	электронные (наименование ресурсов)

1	2	3	4
	Основ	ная литература	
1. Математические методы и модели исследования операций А.С. Шапкин, В.А. Шапкин	2016	6	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5394026102.html
М.: Дашков и К 2. Математические методы теории управления. Проблемы устойчивости, управляемости и наблюдаемости Ильин А.В., Емельянов С.В., Коровин С.К., Фомичев В.В., Фурсов А.С. М.: ФИЗМАТЛИТ	2014	-	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5922115445.html
м.: ФИЗМАТЛИТ 3. Дискретная оптимизация. Модели, методы, алгоритмы решения прикладных задач Струченков В.И. М.: СОЛОН-ПРЕСС	2016	-	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5913591814.html
Wi COJIOTI-TII ECC	<u> </u>	ельная литература	
1. Теория систем и системный анализ Вдовин В.М. М.: Дашков и К	2010	-	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5394000768.html
2. Методы оптимальных решений. В 2т. Т. 1 Соколов А.В., Токарев В.В. М.: ФИЗМАТЛИТ	2012	3	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5922113991.html
3. Методы оптимальных решений. В 2т. Т. 2 Соколов А.В., Токарев В.В. М.: ФИЗМАТЛИТ	2012	3	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5922114004.html
4. Математические методы и модели в теории информационно-измерительных систем В.М. Буренок, В.Г. Найденов, В.И. Поляков; редкол. серии: В.В. Панов (пред.) и др. М.: Машиностроение	2011	-	http://www.studentlibr ary.ru/book/ISBN978 5942756086.html

5. Основы теории игр	2014	3	http://www.studentlibr
Колобашкина Л.В.			ary.ru/book/ISBN978
М.: БИНОМ			5996323654.html

7.2. Материально-техническое обеспечение учебного процесса

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий практического типа, а также помещения для самостоятельной работы.

Таблица 7.2.1 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид учебных	Наименование	Оснащенность	Перечень
занятий по	специальных	специальных	лицензионного
дисциплине	помещений и	помещений и	программного
	помещений для	помещений для	обеспечения.
	самостоятельной	самостоятельной	Реквизиты
	работы	работы	подтверждающего
			документа
1	2	3	4
Практические	аудитории кафедры	мультимедиа	Программное
занятия	BT (411-2, 416-2)	проекторы	обеспечение
			MATLAB
Самостоятельная	компьютерный	выход в сеть	Программное
работа	класс (412-2)	Интернет	обеспечение
			MATLAB

Рабочую программу составил К.В.	В, подпись)
Рецензент	7.
(представитель работодателя)	зен сарентор 000 Диаграмиа* Пропалов И. I. (меето работы, должность, ФИО, подпись)
	The control of the Co
Программа рассмотрена и одобрена на зас	
Протокол № <u>1</u> от <u>3108.20</u> год	a
Заведующий кафедрой	B. H. Nanyob
	(ФИО, подпись)
Рабочая программа рассмотрена и одобр	вена на заседании учебно-методической комиссии
направления 09.06.01	
Протокол № от _31.08_ 20 года	1
	В. Н. Ланцов
	(ФИО, подпись)

ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Расочая программа одобрена на <u>2024/2022</u> учебный год Протокол заседания кафедры № <u>1</u> от 31.02.24 года	
Заведующий кафедрой В. Н. Ламиов	
Рабочая программа одобрена на <u>2022/2023</u> учебный год	
Протокол заседания кафедры № от 29_08_22_года	
Заведующий кафедрой ДЕ К.В. Куликов	
Рабочая программа одобрена на учебный год	
Протокол заседания кафедры № от года	
Заведующий кафедрой	

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины HAUMEHOBAHUE

образовательной программы направления подготовки *код и наименование ОП*, направленность: *наименование (указать уровень подготовки)*

Исполнитель

ΟΝΦ

Основание

(номер и дата

Внесены изменения в части/разделы

рабочей программы

ФИО

Номер

изменения

				распорядительного			
				документа о внесении			
				изменения)			
	1						
	2						
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры полное наименование,							
протокол № от . 201 г.							
	Зав. кафедрой /						