

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 образовательной деятельности

А.А.Панфилов

2020 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ТЕОРИИ СИСТЕМ»
(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

Направление подготовки 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника»

Профиль/программа подготовки: Автоматизация проектирования электронно-вычислительной аппаратуры

Уровень высшего образования: магистратура

Форма обучения очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. за- нятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточ- ной аттестации (экзамен/зачет/зачет с оценкой)
3	5 / 180	18	36	-	99	Экзамен/27
Итого	5 / 180	18	36	-	99	Экзамен/27

Владимир 2020

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Достижение названных целей предполагает решение **следующих задач**:

- Теоретическая и практическая подготовка по применению знаний в области проектирования сложных систем;
- Приобретение навыков использования современных компьютерных и информационных технологий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Математические методы теории систем относится к циклу обязательных дисциплин по направлению 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника» магистратуры.

Дисциплина основывается на следующих дисциплинах направления 09.04.01 – «Информатика и вычислительная техника» «Современные проблемы ИВТ», «Методы оптимизации», «Вычислительные системы», «История и методология науки». Дисциплина является основой для выбора тематики и выполнении выпускной квалификационной работы.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
1	2	3
ОПК-1	Частичное освоение	Обучающийся должен: ЗНАТЬ : общие вопросы теории систем. УМЕТЬ : применять информационные технологии и программные системы для решения профессиональных задач. ВЛАДЕТЬ : программной системой Matlab.
ПК-3	Частичное освоение	Обучающийся должен: ЗНАТЬ : базовые математические методы и подходы для анализа и моделирования технических объектов и вычислительных систем. УМЕТЬ : составлять математические модели объектов на макро- и мета-уровнях. ВЛАДЕТЬ : : навыками работы с программными системами моделирования вычислительных систем и узлов.
ПК-4	Частичное освоение	Обучающийся должен: ЗНАТЬ : методы и алгоритмы построения моделей сложных систем. УМЕТЬ : использовать аппарат численных методов для практической работы по проектированию элементов систем.

		ВЛАДЕТЬ: способами математического описания вычислительных узлов, электронных компонентов и электронных схем ЭВМ.
--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоемкость дисциплины «Математические методы теории систем» составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах / %)	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Часть 1. Понижение порядка моделей. Введение. Цели и задачи курса.	3	1-2	2	4		11	4 / 66	
2	Понижение порядка моделей линейных систем	3	3-4	2	4		11	4 / 66	
3	Понижение порядка моделей нелинейных систем на основе траекторий	3	5-6	2	4		11	4 / 66	
4	Понижение порядка моделей нелинейных систем на основе рядов Вольтерра	3	7-8	2	4		11	4 / 66	Рейтинг-контроль 1
5	Понижение порядка моделей нелинейных систем на основе приведения уравнений к квадратичной форме	3	9-10	2	4		11	4 / 66	
6	Часть 2. Тензорные преобразования. Введение и определения	3	11-12	2	4		11	4 / 66	Рейтинг-контроль 2
7	Каноническое преобразование	3	13-14	2	4		11	4 / 66	
8	Преобразование Такера	3	15-16	2	4		11	4 / 66	
9	Преобразование тензорного поезда	3	17-18	2	4		11	4 / 66	Рейтинг-контроль 3
Всего за <u>3</u> семестр:				18	36		99	36 / 66	Экзамен/27
Наличие в дисциплине КП/КР									
Всего по дисциплине				18	36		99	36 / 66	Экзамен/27

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. 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.

Раздел 2. Понижение порядка моделей линейных систем.

Два класса методов MOR: методы на основе проекций (проекторные методы) и не проекционные методы.

Проекторные методы.

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).

Раздел 3. Понижение порядка моделей нелинейных систем.

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 сходимости.

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

Раздел 4. Тензорные преобразования.

Введение в теноры. Примеры применения тензорных преобразований для решения сложных технических задач.

Основные определения. Операции с тензорами. Преобразование тензора в матрицу и обратно. Элементы тензора.

Назначение тензорных декомпозиций. Каноническая декомпозиция. Декомпозиция Такера. Декомпозиция тензорного произведения. Сравнение декомпозиций.

Программное обеспечение для тензорных преобразований.

Содержание практических занятий по дисциплине

Изучение материала курса реализуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы студентов. На практических занятиях преподавателем задается одна из тем курса и в интерактивной форме со студентами проводится обсуждение данной проблемы. На большинстве практических занятиях преподавателем заранее задается тематика следующих практических занятий. В этом случае студенты готовят сообщение (самостоятельная работа), а на практических занятиях идет групповое интерактивное обсуждение, где преподаватель направляет тематику обсуждения в русло передовых технологий на данный момент времени. Каждое практическое занятие чаще всего включает две части, первая имеет форму семинарских занятий, а вторая - форму круглого стола, на котором тема занятия обсуждается в виде дискуссии.

Темы практических занятий:

1. Модели для разных уровней представления
2. Модели для разных областей представления.
3. Модели разной степени сложности.
4. Макромодели.
5. Методы понижения порядка модели.
6. Проекционные методы.
7. Методы согласования моментов передаточной функции.
8. Подпространства Крылова.
9. Методы на основе ограниченной балансной реализации.
10. Методы на основе правильной ортогональной декомпозиции
11. Декомпозиция на основе сингулярных значений.
12. Методы функциональных рядов Вольтерра.
13. Ряд Вольтерра и сходимость.
14. Аппроксимации нелинейных свойств кусочно-линейными зависимостями в широком диапазоне.
15. Выбор точек разложения.
16. Комбинация метода рядов Вольтерра и кусочно-линейной аппроксимации
17. Основные определения в теории тензоров.
18. Операции с тензорами.
19. Методы декомпозиции тензоров.
20. Программное обеспечение по работе с тензорами.

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 (раздел 3);*
- *Групповая дискуссия (тема № 1, 2 и 3 практических занятий);*
- *Ролевые игры (тема № 5 практических занятий);*
- *Разбор конкретных ситуаций (тема № 1, 2 и 6 практических занятий).*

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

6.1. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля

Вопросы рейтинга-контроля № 1

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.

Вопросы рейтинга-контроля № 2

1. Методы согласования моментов передаточной функции.
2. Подпространства Крылова.
3. Методы на основе ограниченной балансной реализации.
4. Методы на основе правильной ортогональной декомпозиции
5. Декомпозиция на основе сингулярных значений.
6. Методы функциональных рядов Вольтерра.
7. Согласование моментов ядер Вольтерра (или передаточных функций более высокого порядка).
8. Ряд Вольтерра и сходимость.
9. Сильно нелинейные системы.
10. Аппроксимации нелинейных свойств кусочно-линейными зависимостями в широком диапазоне.
11. Выбор точек разложения.
12. Сшивание отрезков взвешенной суммой.
13. Комбинация метода рядов Вольтерра и кусочно-линейной аппроксимации

Вопросы рейтинга-контроля № 3

1. Перечислить основные определения теории тензоров.
2. Операции с тензорами.
3. Примеры применения тензорных преобразований для решения сложных технических задач.
4. Преобразование тензора в матрицу и обратно.
5. Элементы тензора.
6. Назначение тензорных декомпозиций.
7. Каноническая декомпозиция.
8. Декомпозиция Такера.
9. Декомпозиция тензорного произведения.
10. Сравнение декомпозиций.
11. Программное обеспечение для тензорных преобразований.

6.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

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.
24. Перечислить основные определения теории тензоров.
25. Операции с тензорами.
26. Примеры применения тензорных преобразований для решения сложных технических задач.
27. Преобразование тензора в матрицу и обратно.
28. Элементы тензора.
29. Назначение тензорных декомпозиций.
30. Каноническая декомпозиция.
31. Декомпозиция Такера.
32. Декомпозиция тензорного пезда.
33. Сравнение декомпозиций.
34. Программное обеспечение для тензорных преобразований.

6.3 Самостоятельная работа студентов

Целью самостоятельной работы являются формирование личности студента, развитие его способности к самообучению и повышению своего профессионального уровня.

Темы для самостоятельной работы:

1. Иерархия моделей.
2. Проекционные методы.
3. Декомпозиция на основе сингулярных значений.
4. Ряд Вольтерра и сходимость.
5. Аппроксимации нелинейных свойств кусочно-линейными зависимостями в широком диа

6. Операции с тензорами.
7. Примеры применения тензорных преобразований для решения сложных технических задач.
8. Назначение тензорных декомпозиций.

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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Ланцов В.Н. Понижение порядка моделей. Учебное пособие по дисциплине «Математические методы теории систем. – Владимир, ВлГУ, 2017, 115 с.	2017	25	
2. Методы исследования операций: учебное пособие для вузов / Б. А. Есипов. - Изд. 2-е, испр. и доп.. - Санкт-Петербург: Лань, 2013 - 299 с.	2013	5	
3. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации (Теория игр для всех): учебное пособие/ В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев. - Санкт-Петербург: Лань - 2012 622 с	2012	5	
Дополнительная литература			
4. Введение в состоятельные методы моделирования систем : учебное пособие для вузов по направлению 230400 "Прикладная математика" специальности 230401 "Прикладная математика" : в 2 ч. / Ф. Ф. Пащенко .— Москва : Финансы и статистика, 2007. Ч. 2: Идентификация нелинейных систем 2007.— 288 с	2007	4	
5. Учебник. Тихонов А.Н., Васильев А.Б., Свешников А.Г. Дифференциальные уравнения. М. Физматлит. 2002. 256 с.	2002	5	

6. Основы дискретного гармонического анализа: учебное пособие/ В. Н. Малоземов, С. М. Машарский. - Санкт-Петербург: Лань, 2012. - 301 с.	2012	4	
--	------	---	--

7.2. Периодические издания

Доступ по подписке к журналам ассоциации IEEE – <http://www.ieee.org>

7.3. Интернет-ресурсы

Доступ по подписке к электронным версиям журналов ассоциации IEEE – <http://www.ieee.org>

7.4. Электронные средства обучения


Набор слайдов (Математические методы теории систем / Комплект из 120 слайдов. Составитель В.Н. Ланцов. – Владимир: ВлГУ, 2020).

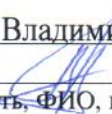
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий *лекционного типа, занятий практического, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.*

Практические и лабораторные занятия проводятся в лаборатории (компьютерном классе) – 416-2.


Используется лицензионное программное обеспечение – система Matlab.

Рабочую программу составил проф. Ланцов Владимир Николаевич _____
(ФИО, подпись) 

Рецензент
(представитель работодателя) ООО «Диagramma», г. Владимир, генеральный директор Протягов Илья Вячеславович _____
(место работы, должность, ФИО, подпись) 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ВТиСУ _____

Протокол № 7 от 25.06.2020 _____ года

Заведующий кафедрой Ланцов В.Н. _____
(ФИО, подпись) 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления Информатика и вычислительная техника _____

Протокол № 2 от 25.06.2020 _____ года

Председатель комиссии Ланцов В.Н. _____
(ФИО, подпись) 