


Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

### УТВЕРЖДЕНО

решением Ученого совета ФМИАТ  
от «20» сентября 2022 г., протокол №\_7/22\_  
Председатель \_\_\_\_\_ М.А. Волков\_



(испись, расшифровка подписи)

«20» сентября 2022г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина	Современные математические модели систем управления
Наименование кафедры	Информационных технологий (ИТ)

**Научная специальность** 09.06.01\_1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (технические науки)

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «15» октября 2022 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Аббревиатура кафедры	Ученая степень, звание
Седова Наталья Олеговна	ИТ	доктор физико-математических наук, доцент


СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/ Волков М.А. /

(Подпись) (ФИО)

« 16 » сентября \_\_\_\_\_ 2022 г.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** изучения дисциплины - изучение основных разделов современной теории управления, знакомство с актуальными проблемами, определяющими дальнейший прогресс процессов управления в различных областях и достижений науки в решении этих проблем.

### **Задачи:**

1. Формирование математической культуры, адекватной современному уровню развития теории управления.
2. Изучение фундаментальных проблем и математических современных методов анализа и синтеза алгоритмов управления.
3. Формирование знаний и умений, необходимых для освоения и использования современных методов теории управления.
4. Формирование знаний и умений, необходимых для дальнейшего самообразования в области теории управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Современные математические модели систем управления» входит в Блок 2. Образовательный компонент и является одной из элективных дисциплин. Преподаётся на 2 курсе в 3 семестре. Знания, полученные аспирантами в результате освоения дисциплины «Современные математические модели систем управления», связаны с дисциплиной «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате изучения дисциплины аспирант должен:

### **знать:**

- сущность, теоретическое и практическое значение проблем, исследуемых теорией управления на современном этапе;
- математические методы и алгоритмы решения актуальных задач управления в сложных системах;

### **уметь**

- определять принадлежность поставленной задачи из области управления к соответствующему классу типовых задач, изучаемых теорией управления;
- использовать возможности аппарата современной теории управления для решения поставленных прикладных задач управления. разрабатывать математические модели и решать задачи анализа и синтеза сложных систем управления с использованием современных информационных технологий.


### **владеть:**

- навыками использования методологического аппарата современной теории управления для решения практических задач проектирования высокоэффективных систем управления;
- навыками применения современного программного обеспечения для решения задач анализа и синтеза систем управления с использованием методов классической и современной теории управления.

## 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

**4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов)**

**4.2. По видам учебной работы (в часах)**

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения - очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		2
1	2	3
Лекции	16	16
Практические и семинарские занятия	16	16
Самостоятельная работа	76	76
Текущий контроль (количество и вид: конт. работа, коллоквиум, реферат)	Опрос, реферат	Опрос, реферат
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

#### 4.3. Содержание дисциплины (модуля.) Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Название и разделов и тем	Всего	Аудиторные занятия		Самостоятельная работа
		лекции	практические занятия, семинар	
Задачи и методы современной теории управления одномерными объектами	12	2	2	8
Задачи и методы современной теории управления многомерными объектами	16	2	2	12
Задачи и методы современной теории оптимального управления	16	2	2	12
Задачи и методы современной теории управления объектами с неопределенностями	16	2	2	12
Нечеткие и интеллектуальные системы управления	28	6	6	16
Адаптивные системы управления	20	2	2	16
<b>ВСЕГО</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>76</b>


### 5. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

#### Тема 1. Задачи и методы современной теории управления одномерными объектами

Основные этапы развития теории управления, причины возрастания роли теории управления на современном этапе.

Виды задач управления. Математическая формулировка задачи. Методы определения структуры регуляторов. Общие подходы и методы расчета параметров регулятора для стационарных, нестационарных и нелинейных систем. Методы синтеза дискретных (цифровых) регуляторов.

#### Тема 2. Задачи и методы современной теории управления объектами многомерными объектами

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Математическая формулировка задачи. Модальное управление. Неполноприводные системы управления. Линейные матричные неравенства в решении задачи синтеза регулятора.

### **Тема 3. Задачи и методы современной теории оптимального управления**

Формулировка и решение задач оптимального управления. Принцип максимума. Квазиоптимальные управления. Численные методы.

### **Тема 4. Задачи и методы современной теории управления объектами с неопределенностями**

Неопределенность объектов управления и постановка задачи о робастном управлении. Робастная устойчивость.

### **Тема 5. Нечеткие и интеллектуальные системы управления**

Нечеткие множества, нечеткая логика, нечеткие выводы, нечеткие контроллеры, примеры систем с управлением на основе нечетких алгоритмов.

Основные этапы развития теории нейронных сетей. Классификация искусственных нейронных сетей. Многослойные нейронные сети и их аппроксимирующие свойства. Сравнительный анализ нейросетевых вычислительных структур и классического программного обеспечения. Синтез систем управления на основе нейросетевых алгоритмов.

Синтез систем управления с использованием эволюционных, генетических и других алгоритмов.

### **Тема 6. Адаптивные системы управления**

Виды адаптивных систем управления. Задачи и алгоритмы.

## **6. ТЕМЫ СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

### **Тема 1. Задачи и методы современной теории управления одномерными объектами**

Системы дифференциальных уравнений в нормальной форме - модель в переменных состояниях: её сущность и значение для современной теории управления.

Нелинейная и линейная версии модели в переменных состояниях. Фазовые переменные.

Векторно-матричное представление линейной модели с переменными состояниями.

### **Тема 2. Задачи и методы современной теории управления объектами многомерными объектами**

Понятие о SISO и MIMO системах. Цифровые системы управления, их сущность и значение в современной теории управления.

Разностные уравнения и системы РУ - основная форма математической модели цифровых систем управления, векторно-матричная запись.

Особенности анализа дискретных систем управления, в том числе исследование устойчивости.


### **Тема 3. Задачи и методы современной теории оптимального управления**

Оптимальность и неопределенность как ключевые проблемы современной теории управления.

Основные проблемы синтеза и реализации оптимальных алгоритмов управления, в том числе проблемы АКОР и проблемы синтеза системы управления, оптимальной по быстродействию.

Проблемы оценки переменных состояния для реализации оптимальных алгоритмов управления, в том числе возможности и проблемы аналогового и цифрового дифференцирования.

### **Тема 4. Задачи и методы современной теории управления объектами с неопределенностями**

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

Виды неопределенностей. Способы моделирования неопределенностей. Подходы к построению алгоритмов управления с учетом неопределенностей.

### **Тема 5. Нечеткие и интеллектуальные системы управления**

Нечеткие системы и нечеткое управление. Фаззификация моделей систем. Методы построения нечеткого управления. Использование нейронных сетей в решении задач управления. Методы машинного обучения.

### **Тема 6. Адаптивные системы управления**

Основные концепции адаптивного управления и проблемы их практического использования.

## **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ**


Данный вид работы не предусмотрен УП.

## **8. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА РЕФЕРАТОВ**

1. Задачи и алгоритмы многокритериального оптимального управления, примеры.
2. Синтез САУ с нечеткими контроллерами, особенности задач управления, основные методики синтеза, пример САУ.
3. Синтез САУ с нейросетевыми контроллерами, особенности постановки задачи управления, методика синтеза, пример САУ.
4. Синтез адаптивных САУ, типовые алгоритмы, примеры применения.
5. Задачи управления робототехническими системами. Типы и примеры регуляторов.
6. Задачи и методы синтеза систем робастного управления, примеры.
7. Синтез САУ многосвязными объектами.
8. Возможности Matlab для синтеза САУ заданными и оптимальными характеристиками.

## **9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Основные этапы развития ТАУ, причины возрастания роли ТАУ на современном этапе.
2. Системы дифференциальных уравнений в нормальной форме - модель в переменных состояния: её сущность и значение для современной ТАУ.
3. Нелинейная и линейная модели. Фазовые переменные. Векторно-матричное представление линейной модели с переменными состояниями.
4. Виды задач управления. Математическая формулировка задачи.
5. Виды регуляторов. Общие подходы и методы расчета параметров регулятора для стационарных, нестационарных и нелинейных систем.
6. Методы синтеза дискретных (цифровых) регуляторов.
7. Понятие о SISO и MIMO системах. Модальное управление.
8. Неполноприводные системы управления.
9. Линейные матричные неравенства в решении задачи синтеза регулятора.
10. Формулировка задач оптимального управления.
11. Методы решения задач оптимального управления. Принцип максимума.
12. Квазиоптимальные управления. Численные методы.
13. Неопределенность объектов управления. Методы описания.
14. Постановка задачи о робастном управлении. Робастная устойчивость.
15. Нечеткие множества, нечеткая логика. Правила вывода. Фаззификация.
16. Нечеткие контроллеры, примеры систем с управлением на основе нечетких алгоритмов.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

17. Основные этапы развития теории нейронных сетей. Классификация искусственных нейронных сетей.
18. Многослойные нейронные сети и их аппроксимирующие свойства.
19. Сравнительный анализ нейросетевых вычислительных структур и классического программного обеспечения.
20. Синтез систем управления на основе нейросетевых алгоритмов.
21. Синтез систем управления с использованием эволюционных, генетических и других алгоритмов.
22. Виды адаптивных систем управления.
23. Задачи и основные алгоритмы синтеза адаптивных систем управления. Сложности построения и использования.


### 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА АСПИРАНТОВ

№	Название тем	Вид самостоятельной работы	Объем в часах	Форма контроля
1	Задачи и методы современной теории управления одномерными объектами	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, работа с информационными ресурсами, обзор моделей и методов по теме диссертации	8	Опрос, реферат
2	Задачи и методы современной теории управления многомерными объектами	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, работа с информационными ресурсами, обзор моделей и методов по теме диссертации	12	Опрос, реферат
3	Задачи и методы современной теории оптимального управления	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, работа с информационными ресурсами, обзор моделей и методов по теме диссертации	12	Опрос, реферат
4	Задачи и методы современной теории управления объектами с неопределенностями	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, работа с информационными ресурсами, обзор моделей и методов по теме диссертации	12	Опрос, реферат
5	Нечеткие и интеллектуальные системы управления	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, работа с информационными ресурсами, обзор моделей и методов по теме диссертации	16	Опрос, реферат
6	Адаптивные системы управления	Проработка учебного материала с использованием ресурсов учебно-методического и информационного обеспечения дисциплины, работа с информационными ресурсами, обзор моделей и методов по теме диссертации	16	Опрос, реферат

### 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Список рекомендуемой литературы:

а) Основная:

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		


1. Колесников, А. А. Синергетика и проблемы теории управления / Под ред. А. А. Колесникова. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 504 с. - ISBN 5-9221-0336-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5922103369.html>. - Режим доступа : по подписке.
2. Хижняков, Ю. Н. Современные проблемы теории управления : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. — Пермь : ПНИПУ, 2014. — 237 с. — ISBN 978-5-398-01500-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160819>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Хижняков, Ю. Н. Нечеткое, нейронное и гибридное управление : учебное пособие / Ю. Н. Хижняков. — Пермь : ПНИПУ, 2013. — 303 с. — ISBN 978-5-398-01107-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/160818>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**б) Дополнительная:**

1. Сырецкий, Г. А. Искусственный интеллект и основы теории интеллектуального управления. Ч.2. Нейросетевые системы. Генетический алгоритм : лабораторный практикум в 3 частях / Г. А. Сырецкий. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 92 с. — ISBN 978-5-7782-3208-2 (ч.2), 978-5-7782-3021-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91213.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Лукьяненко, Т. В. Основы теории управления (аналитика технических систем) : учебное пособие / Т. В. Лукьяненко, Е. К. Печурина. — Краснодар : КубГАУ, 2019. — 90 с. — ISBN 978-5-00097-921-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/254204>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Козлова, Л. П. Основы теории управления : учебное пособие / Л. П. Козлова, О. А. Козлова, О. И. Золотов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2016. — 91 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180071>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Егоров, А. И. Основы теории управления / Егоров А. И. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2007. - 504 с. - ISBN 978-5-9221-0543-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922105439.html>. - Режим доступа : по подписке.
5. Изабель, Фантони Нелинейное управление механическими системами с дефицитом управляющих воздействий / Фантони Изабель, Лозано Рогелио ; перевод В. В. Шуликовская ; под редакцией А. В. Борисова, Ю. Л. Караваева. — Москва, Ижевск : Компьютерная динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 312 с. — ISBN 978-5-4344-0636-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92085.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Согласовано:

ДИРЕКТОР НБ / БУРХАНОВА М.М. /  / 2022  
 Должность сотрудника научной библиотеки      ФИО      подпись      дата

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

## б) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. – Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. – Москва, [2022]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. – Томск, [2022]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. – Санкт-Петербург, [2022]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.7. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102> . – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

1.8. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Саратов, [2022]. – URL: <https://ros-edu.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

2. **КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. – URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.


3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. – Москва, [2022]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. – Москва, [2022]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

4. **Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2022]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

5. **SMART Imagebase** : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO>



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа по дисциплине		

[1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741](http://1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

#### 6. Федеральные информационно-образовательные порталы:

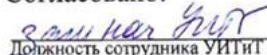
6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал . – URL: <http://window.edu.ru/> . – Текст : электронный.

6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

#### 7. Образовательные ресурсы УлГУ:

7.1. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

  
Должность сотрудника УИГИТ

  
ФИО

 19.04.22  
подпись дата

## 12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения. Аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Организации.

## 13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

– для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;

– для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работа ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



профессор

Н. О. Седова