


Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
--	-------	---

Ф - Рабочая программа по дисциплине



**УТВЕРЖДЕНО**

решением Ученого совета ФМИАТ  
от «3» мая 2021 г., протокол № 4/21  
Председатель \_\_\_\_\_ Волков М.А.

(подпись, расшифровка подписи)

«18» мая 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина	Основы теории автоматического управления
Факультет	ФМИАТ
Кафедра	Математического моделирования технических систем (ММТС)
Курс	4

Направление (специальность) **24.03.04 «Авиастроение»** (бакалавриат)

*код направления (специальности), полное наименование*

Направленность (профиль / специализация) «Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах» \_\_\_\_\_

*полное наименование*

Форма обучения очная \_\_\_\_\_

*очная, заочная, очно-заочная (указать только те, которые реализуются)*

Дата введения в учебный процесс УлГУ:

«01» сентября 2021 г.

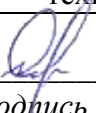
Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

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	ММТС	д.ф.м.н., доцент

<b>СОГЛАСОВАНО</b>	
Заведующий выпускающей кафедрой математического моделирования технических систем	
	/Санников И.А./
Подпись	ФИО
	«18» мая 2021 г.

### 1. Цели и задачи освоения дисциплины.

Данная дисциплина обеспечивает студентов основными теоретическими знаниями в области анализа и проектирования систем автоматического управления

#### Цель изучения дисциплины:

Получение знаний основных теоретических положений теории управления, на основе которых разработаны основные принципы и практические методы синтеза и анализа автоматических технических систем, оценки их устойчивости при различных внешних воздействиях.

#### Задачи изучения дисциплины:

- изучение основных понятий, связанных с системами автоматического управления (САУ);
- изучение основных свойств линейных САУ;
- формирование базовых умений применения методов общей теории линейных САУ.

### 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы теории автоматического управления» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Основной Профессиональной Образовательной Программы по направлению подготовки бакалавров **24.03.04** «Авиастроение», профиль «Моделирование и исследование операций в организационно-технических системах» (Б1.В.1.05).

Дисциплина базируется на следующих предшествующих учебных дисциплинах: Математический анализ, Алгебра и геометрия, Дифференциальные уравнения.


Для освоения дисциплины студент должен иметь следующие «входные» знания и умения:

- знание базовых понятий и определений линейной алгебры и математического анализа;
- умение дифференцировать и интегрировать функции одной переменной;
- знание свойств линейных дифференциальных уравнений.

Результаты освоения дисциплины будут необходимы при прохождении преддипломной практики и подготовке выпускной квалификационной работы.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-9: Способен выполнять анализ результативности и показателей работы процессов, входящих в область действия системы качества	<p><b>Знать:</b> основные положения теории управления, модели и методы исследования и оптимизации систем автоматического управления; основные методы проектирования средств автоматического управления процессами; показатели качества систем и процессов.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ и синтез систем автоматического управления; анализировать исходные информационные данные для проектирования систем автоматического управления; выбирать технологии и средства для организации проектирования систем автоматического и автоматизированного управления.</p> <p><b>Владеть:</b> практическими навыками проектирования систем автоматического управления;</p>

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

	аналитическими и численными методами оптимизации; навыками диагностики и анализа систем автоматического управления.
--	--

#### 4. Общая трудоемкость дисциплины.

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 5

4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы:

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения: <u>очная</u> )	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		8
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54/54*	54/54*
Аудиторные занятия	54/54*	54/54*
Лекции	18/18*	18/18*
Практические и семинарские занятия	18/18*	18/18*
Лабораторные работы (лабораторный практикум)	18/18*	18/18*
Самостоятельная Работа	90	90
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы	устные опросы, тестирование, контрольные работы, защита лабораторных работ	устные опросы, тестирование, контрольные работы, защита лабораторных работ
Курсовая работа	–	–
Контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Всего часов по дисциплине	180	180

\*В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий в таблице через слеш указывается количество часов работы ППС с обучающимися для проведения занятий в дистанционном формате с применением электронного обучения.

4.3. Содержание дисциплины. Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения очная

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				Самост. работа	Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия					
		Лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы	Занятия в интерактивной форме		
Тема 1. Основные понятия	22	2	2	2	2	16	устные опросы, контрольные работы, защита лабораторных работ
Тема 2. Математические модели	20	2	2	2	2	14	
Тема 3. Модели линейных объектов	28	4	4	4	4	16	
Тема 4. Передаточная функция	14	2	2			10	
Тема 5. Типовые	14	2	2	2	2	8	

динамические звенья							
Тема 6. Структурные схемы	12	2	2	2	2	6	
Тема 7. Анализ систем управления	18	2	2	4	4	10	
Тема 8. Синтез регуляторов	16	2	2	2	2	10	
Контроль	36					36	экзамен
Итого	180	18	18	18	18	126	

### 5. Содержание курса.

Тема 1. Основные понятия

*Введение. История вопроса. Системы управления. Определения. Виды систем управления.*

Тема 2. Математические модели

*Связь входа и выхода. Основные правила построения моделей.*

Тема 3. Модели линейных объектов

*Линейность и нелинейность. Линеаризация уравнений. Управление.*

*Дифференциальные уравнения. Модели в пространстве состояний. Переходная функция.*

*Импульсная характеристика (весовая функция).*

Тема 4. Передаточная функция

*Преобразование Лапласа. Передаточная функция и пространство состояний. Частотные характеристики. Логарифмические частотные характеристики*

Тема 5. Типовые динамические звенья

*Усилитель. Аперидическое звено. Колебательное звено. Интегрирующее звено.*

*Дифференцирующие звенья. Запозывание. «Обратные» звенья. ЛАФЧХ сложных звеньев*

Тема 6. Структурные схемы.

*Схемы и правила их преобразования и упрощения*

Тема 7. Анализ систем управления

*Требования к управлению. Точность. Устойчивость. Критерии устойчивости. Частотные оценки качества. Корневые оценки качества. Робастность*

Тема 8. Синтез регуляторов

*Классическая схема. ПИД-регуляторы. Метод размещения полюсов. Коррекция ЛАФЧХ.*

*Комбинированное управление. Множество стабилизирующих регуляторов*

### 6. Темы практических занятий.

Тема 1. Управляемые системы. Примеры технических управляемых систем (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

Виды управляемых систем. Виды управлений. Обратная связь. Математическое описание непрерывных управляемых систем. Линейные ОДУ и их решение. Примеры.

Тема 2. Различные формы представления линейных динамических систем (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

Приведение к нормальной форме. Преобразование линейной модели вход-выход в модель вход-состояние-выход. Канонические формы представления моделей.


Тема 3. Нелинейные и линейные системы (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

Линеаризация уравнений: алгебраических, дифференциальных. Использование ряда Тейлора. Геометрический и физический смысл линеаризации. Дифференциальные уравнения: особые точки, линеаризация вблизи особой точки.

Тема 4. Преобразование Лапласа (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

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

Переходная функция. Импульсная характеристика. Передаточная функция.

Преобразование Лапласа, его свойства и методы вычисления.

Тема 5. Передаточные функции и характеристики линейных систем (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

Построение передаточных функций. Связь с пространством состояния. Импульсная и переходная характеристики системы. Частотные характеристики.

Тема 6. Структурные преобразования (форма проведения - практические занятия).

*Вопросы для обсуждения на занятиях:*

Преобразование структурных схем сложных систем. Построение передаточной функции по структурной схеме.

Тема 7. Устойчивость (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

Фазовые портреты одномерных систем. Типы особых точек двумерных систем и их устойчивость.

Тема 8. Критерии устойчивости для линейных систем (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

Критерии Гурвица, Михайлова, Найквиста. Линейные матричные неравенства. Запас устойчивости и степень устойчивости.

Тема 9. Синтез регуляторов для линейных систем (форма проведения - практическое занятие).

*Вопросы для обсуждения на занятии:*

ПИ и ПИД регуляторы. ЛМН для построения регуляторов.

## 7. Лабораторные работы

**Лабораторная работа 1.** Приобретение навыков работы в системе MATLAB (2 часа).

**Цель работы** - ознакомиться с системой компьютерных расчетов MATLAB.

**Лабораторная работа 2.** Создание моделей в системе Simulink. Моделирование линейных динамических систем (2 часа).

**Цель работы** - ознакомиться с пакетом прикладных программ SIMULINK и основными приемами моделирования линейных динамических систем.

**Лабораторная работа 3.** Исследование разомкнутой линейной системы (MATLAB) (2 часа).

**Цель работы** - освоение методов анализа одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды MATLAB.

**Лабораторная работа 4.** Канонические формы представления линейных динамических систем (2 часа).


**Цель работы** - ознакомление с методами взаимного перехода между моделями вход-выход и вход-состояние-выход, а также с каноническими формами представления моделей вход-состояние-выход.

**Лабораторная работа 5.** Типовые динамические звенья и исследование их характеристик в среде MATLAB / Simulink (2 часа).

**Цель работы** - освоить методики получения математического описания и характеристик основных видов линейных звеньев; используя методы моделирования элементов систем автоматического регулирования (САР) в MATLAB / Simulink, изучить работу типовых динамических звеньев.

**Лабораторная работа 6.** Исследование эквивалентных преобразований структурных схем (2 часа).

**Цель работы** - приобретение навыков преобразования структурных схем систем

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

автоматического управления с помощью среды МАТЛАВ.

**Лабораторная работа 7.** Исследование устойчивости линейных систем (4 часа).

**Цель работы** - исследование устойчивости линейных систем при помощи критериев устойчивости Ляпунова, Гурвица, Михайлова и Найквиста.

**Лабораторная работа 8.** Проектирование регулятора для линейной системы (2 часа).

**Цель работы** - Освоение методов проектирования регулятора для одномерной линейной непрерывной системы с помощью среды МАТЛАВ.

#### **8. Тематика курсовых, контрольных работ, рефератов**

Контрольная работа №1. Нахождение временных характеристик линейной системы

Контрольная работа №2. Структурные преобразования линейных систем

Контрольная работа №3. Анализ устойчивости нелинейной системы в окрестности особых точек.

#### **9. Перечень вопросов к экзамену**


1. Структура типичной системы управления
2. Виды систем управления
3. Математические модели. Источники информации для построения моделей
4. Линейные и нелинейные модели. Линеаризация
5. Модель линейной системы в пространстве состояний
6. Переходная функция
7. Импульсная характеристика
8. Передаточная функция
9. Преобразование Лапласа. Передаточная функция и пространство состояний
10. Частотные характеристики
11. Логарифмические частотные характеристики
12. Типовые динамические звенья. Усилитель
13. Апериодическое звено
14. Колебательное и консервативное звенья
15. Дифференцирующие звенья. Запаздывание
16. «Обратные» звенья
17. Структурные схемы. Правила преобразования
18. Анализ систем управления. Требования к управлению
19. Вычисление выходного процесса по известному входному сигналу
20. Оценка точности САУ. Астатическая система
21. Понятие устойчивости. Виды устойчивости. Устойчивость по Ляпунову
22. Устойчивость линейных и линеаризованных систем
23. Критерии устойчивости, их виды и примеры
24. Характеристики качества переходного процесса
25. Частотные и корневые оценки качества
26. Робастность систем управления
27. ПИД- регуляторы
28. Синтез регуляторов: Метод размещения полюсов
29. Коррекция ЛАФЧХ
30. Комбинированное управление



### 10. Самостоятельная работа обучающихся

Форма обучения очная

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Тема 1. Основные понятия	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	16	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 2. Математические модели	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	14	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 3. Модели линейных объектов	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	16	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 4. Передаточная функция	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	10	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 5. Типовые динамические звенья	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	8	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 6. Структурные схемы	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	6	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 7. Анализ систем управления	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	10	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
Тема 8. Синтез регуляторов	<i>проработка учебного материала, решение задач, проработка методических указаний к лабораторным работам</i>	10	устный опрос, тест, проверка решения задач, защита лабораторных работ
	<i>подготовка к сдаче экзамена</i>	36	экзамен

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

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Список рекомендуемой литературы

#### основная

1. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы: учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 311 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00799-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471029>
2. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов и системы автоматического управления : учебник для вузов / И. Ф. Бородин, С. А. Андреев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 386 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07895-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471866>
3. Ягодкина Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468938>

#### дополнительная


1. Гаврилов А. Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы): учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. П. Барметов, А. А. Хвостов ; под редакцией С. Г. Тихомиров. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2016. — 244 с. — ISBN 978-5-00032-176-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/50645.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471092>
3. Рыбак Л. А. Теория автоматического управления. Часть I. Непрерывные системы : учебное пособие / Л. А. Рыбак. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 121 с. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28400.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Федотов А. В. Основы теории автоматического управления : учебное пособие / А. В. Федотов. — Омск : Омский государственный технический университет, 2012. — 279 с. — ISBN 978-5-8149-1144-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/37832>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Шишмарёв В. Ю. Основы автоматического управления : учебное пособие для вузов / В. Ю. Шишмарёв. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 350 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05203-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473174>

#### учебно-методическая

1. Барметов Ю. П. Теория автоматического управления. Лабораторный практикум : учебное пособие / Ю. П. Барметов, Е. А. Балашова, В. К. Битюков ; под редакцией В. К. Битюков. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. — 208 с. — ISBN 978-5-00032-293-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL:





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

3.1. База данных периодических изданий : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2021]. – 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, [2021]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

3.3. «Grebennikon» : электронная библиотека / ИД Гребенников. – Москва, [2021]. – URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный.

**4. Национальная электронная библиотека** : электронная библиотека : федеральная государственная информационная система : сайт / Министерство культуры РФ ; РГБ. – Москва, [2021]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** // EBSCOhost: [портал]. – URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO-1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

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

6.1. [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](http://window.edu.ru/) : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://window.edu.ru/>. – Текст : электронный.

6.2. [Российское образование](http://www.edu.ru) : федеральный портал / учредитель ФГАОУ ДПО ЦРГОП и ИТ. – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

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

Согласовано:

Зам.нач. УИТиТ  
должность сотрудника УИТиТ

/ Ключкова А.В.  
ФИО


  
подпись

11.05.2021  
дата

**12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Аудитории для проведения лекций, практических занятий, выполнения лабораторных работ, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.

Аудитории для проведения лекций и практических занятий укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для выполнения лабораторных работ укомплектованы дополнительно компьютерами с установленным необходимым для работы ПО. Помещения для самостоятельной работы обеспечены Wi-Fi с доступом к сети «Интернет», электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

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

### **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 некоторые 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 работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчик



подпись

профессор кафедры ММТС

должность

Седова Н.О.