

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Амурский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной  
работе

                    Лейфа                    А.В. Лейфа

« 1 » сентября 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

Направленность (профиль) образовательной программы – Ракетно-космическая техника

Квалификация выпускника – Бакалавр

Год набора – 2023

Форма обучения – Очная

Курс     3     Семестр     5    

Зачет 5 сем

Общая трудоемкость дисциплины 72.0 (академ. час), 2.00 (з.е)

Составитель А.Н. Рыбалев, доцент, канд. техн. наук

Энергетический факультет

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта ВО для направления подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 05.02.18 № 71

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации производственных процессов и электротехники

01.09.2023 г. , протокол № 1

Заведующий кафедрой Скрипко О.В. Скрипко

СОГЛАСОВАНО

Учебно-методическое управление

Чалкина Н.А. Чалкина

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Научная библиотека

Петрович О.В. Петрович

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Выпускающая кафедра

Соловьев В.В. Соловьев

« 1 » сентября 2023 г.

СОГЛАСОВАНО

Центр цифровой трансформации и  
технического обеспечения

Тодосейчук А.А. Тодосейчук

« 1 » сентября 2023 г.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цель дисциплины:

активно закрепить, обобщить, углубить и расширить знания, полученные при изучении базовых дисциплин; овладеть современными методами анализа и синтеза систем автоматического управления динамическими объектами; приобрести новые знания и сформировать умения и навыки, необходимые для изучения специальных дисциплин; формирование у студентов навыков расчетно-экспериментальной работы с элементами научно-исследовательской, проектно-конструкторской и производственно-технологической деятельности.

### Задачи дисциплины:

- развить инженерный подход к выбору и применению математических методов исследования систем автоматического управления;
- сформировать устойчивые навыки в формулировке постановок и решения задач анализа и синтеза систем управления.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования для направления подготовки 24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика направленность (профиль) образовательной программы «Ракетно-космическая техника» предусматривает изучение дисциплины «Теория автоматического управления» в обязательной части освоения образовательной программы....

Для успешного освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, приобретенные в результате освоения дисциплин базовой части государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, по направлению подготовки 24.03.01 «Ракетные комплексы и космонавтика»: Математический анализ; Обыкновенные дифференциальные уравнения; Физика; Теоретическая механика; Информатика.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ИНДИКАТОРЫ ИХ ДОСТИЖЕНИЯ

### 3.1 Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения

Код и наименование общепрофессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции
ОПК-5. Способен использовать современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники, включая управление проектами создания новых образцов техники и утилизации устаревших	ИД-1 ОПК-5 Знать: - современные подходы и методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники. ИД-2 ОПК-5 Уметь: применять методы решения профессиональных задач в области авиационной и ракетно-космической техники
ОПК-6 Способен анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники.	ИД-1 ОПК6 Знать: источники, принципы анализа, систематизации и обобщения информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической техники ИД – 2 ОПК-6 Уметь: - анализировать, систематизировать и обобщать информацию о современном состоянии и перспективах развития ракетно-космической

	техники. ИД – 3 ОПК-6 Владеть: - навыками анализа, систематизации и обобщения информации о современном состоянии и перспективах развития ракетно- космической техники
--	---

#### 4. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2.00 зачетных единицы, 72.0 академических часов.

1 – № п/п

2 – Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация

3 – Семестр

4 – Виды контактной работы и трудоемкость (в академических часах)

4.1 – Л (Лекции)

4.2 – Лекции в виде практической подготовки

4.3 – ПЗ (Практические занятия)

4.4 – Практические занятия в виде практической подготовки

4.5 – ЛР (Лабораторные работы)

4.6 – Лабораторные работы в виде практической подготовки

4.7 – ИКР (Иная контактная работа)

4.8 – КТО (Контроль теоретического обучения)

4.9 – КЭ (Контроль на экзамене)

5 – Контроль (в академических часах)

6 – Самостоятельная работа (в академических часах)

7 – Формы текущего контроля успеваемости

1	2	3	4									5	6	7
			4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9			
1	Основные понятия и принципы управления	5	4				2						2	Решение задач
2	Математическое описание систем управления	5	8				4						4	Решение задач
3	Устойчивость систем управления.	5	6				4						4	Решение задач
4	Качество систем управления. Улучшение качества процесса управления	5	6				2						4	Решение задач
5	Дискретные	5	6				2						2	Решение

	системы управления												задач
6	Нелинейные системы управления	5	4			2						5.8	Решение задач
7	Зачет	5							0.2				
	Итого		34.0		0.0	16.0	0.0	0.2	0.0	0.0	21.8		

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Основные понятия и принципы управления	<p>Основные понятия</p> <p>1.2. Принципы управления</p> <p>1.2.1. Принцип программного управления.</p> <p>1.2.2. Принцип компенсации.</p> <p>1.2.3. Принцип обратной связи.</p> <p>1.2.4. Принцип комбинированного управления</p> <p>1.3. Структура системы управления</p> <p>1.4. Классификация систем управления</p>
2	Математическое описание систем управления	<p>2.1. Уравнения динамики и статики</p> <p>2.2. Линеаризация. Формы записи дифференциальных уравнений</p> <p>2.3. Преобразование Лапласа</p> <p>2.4. Передаточные и временные функции</p> <p>2.4.1. Передаточные функции. 2.4.2. Временные функции. 2.4.3. Связь между передаточной функцией и временными функциями. 2.5. Частотные функции и характеристики.</p> <p>2.5. Модели в пространстве состояний</p> <p>2.5.1. Состояние динамической системы. 2.5.2. Описание динамической системы в нормальной форме. 2.5.3. Прямое программирование в переменных состояния.</p> <p>2.6. Элементарные звенья их классификация и характеристики</p> <p>2.6.1. Классификация звеньев. 2.6.2. Группа позиционных звеньев. 2.6.3. Группа интегрирующих звеньев.</p> <p>2.6.4. Группа дифференцирующих звеньев. 2.6.5. Звено с чистым запаздыванием.</p> <p>2.7. Типовые соединения, структурные преобразования и передаточные функции систем управления</p> <p>2.7.1. Типовые соединения элементов систем управления. 2.7.2. Структурные преобразования фрагментов систем управления. 2.7.3. Передаточные функции одноканальных систем управления.</p>
3	Устойчивость систем управления.	<p>3.1. Определение и условия устойчивости</p> <p>3.1.1. Определение устойчивости.</p> <p>3.1.2. Необходимое и достаточное условие устойчивости.</p>

		<p>3.1.3. Необходимое условие устойчивости.</p> <p>3.1.4. Границы устойчивости.</p> <p>3.1.5. Теоремы Ляпунова об устойчивости по линейному приближению.</p> <p>3.2. Критерии устойчивости</p> <p>3.2.1. Алгебраический критерий Рауса-Гурвица.</p> <p>3.2.2. Частотный критерий Михайлова.</p> <p>3.2.3. Частотный критерий Найквиста.</p> <p>3.2.4. Робастная устойчивость.</p>
4	<p>Качество систем управления. Улучшение качества процесса управления</p>	<p>4.1. Прямые показатели качества</p> <p>4.2. Косвенные методы оценки качества</p> <p>4.2.1. Оценка точности в типовых режимах.</p> <p>4.2.2. Корневой метод оценки качества.</p> <p>4.2.3. Интегральный метод оценки качества.</p> <p>4.2.4. Частотный метод оценки качества.</p> <p>4.2.5. Инвариантность и принцип двухканальности.</p> <p>4.2.6 Исследование типовых законов управления</p> <p>4.2.7 Исследование корректирующих звеньев.</p>
5	<p>Дискретные системы управления</p>	<p>5.1 Математическое описание дискретных систем</p> <p>5.2 Устойчивость дискретных систем</p> <p>5.3 Оценка качества дискретных систем</p>
6	<p>Нелинейные системы управления</p>	<p>6.1. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости</p> <p>6.2. Метод функций Ляпунова</p> <p>6.3 Абсолютная устойчивость и гиперустойчивость</p> <p>6.4 Линеаризация обратной связью</p>

## 5.2. Лабораторные занятия

Наименование темы	Содержание темы
Передаточные и временные функции	Передаточные и временные функции. Получение, преобразование, использование.
Частотные функции и характеристики	Частотные функции и характеристики. Получение, преобразование, использование.
Модели в пространстве состояний	Модели в пространстве состояний. Получение, преобразование, использование.
Алгебраический критерий Рауса-Гурвица	Алгебраический критерий Рауса-Гурвица. Изложение. Примеры использования
Частотный критерий Михайлова. Частотный критерий Найквиста	Частотный критерий Михайлова и частотный критерий Найквиста. Вывод. Примеры использования
Робастная устойчивость	Робастная устойчивость. Вывод. Примеры использования.
Прямые показатели качества	Прямые показатели качества. Изложение. Примеры использования.
Косвенные методы оценки качества	Косвенные методы оценки качества. Изложение. Примеры использования
Нелинейные системы	Нелинейные системы. Виды нелинейности. Ограничения.

Метод фазовой плоскости	Метод фазовой плоскости. Изложение. Примеры использования.
Фазовые портреты нелинейных систем	Фазовые портреты нелинейных систем. Примеры использования.
Метод функций Ляпунова	Метод функций Ляпунова. Изложение. Примеры использования.
Абсолютная устойчивость	Абсолютная устойчивость. Изложение. Примеры использования.
Гиперустойчивость нелинейных систем. Критерий гиперустойчивости	Гиперустойчивость нелинейных систем. Изложение. Примеры использования. Критерий гиперустойчивости. Изложение. Примеры использования.
Линеаризация обратной связью	Линеаризация обратной связью. Изложение. Примеры использования
Линеаризация обратной связью на основе критерия гиперустойчивости	Линеаризация обратной связью на основе критерия гиперустойчивости. Изложение. Примеры использования.

## 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)	Трудоемкость в академических часах
1	Основные понятия и принципы управления Управление и информатика.	оформление отчета	2
2	Математическое описание систем управления Общие принципы системной организации	оформление отчета	4
3	Устойчивость систем управления. Математические модели объектов и систем управления	оформление отчета	4
4	Качество систем управления. Улучшение качества процесса управления  Устойчивость и качество систем управления	оформление отчета	4
5	Дискретные системы управления Дискретные и	оформление отчета	2

	нелинейные системы управления		
6	Нелинейные системы управления	оформление отчета	5.8

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательный процесс по дисциплине строится на основе комбинации следующих образовательных технологий.

Интегральную модель образовательного процесса по дисциплине формируют технологии методологического уровня: модульно-рейтинговое обучение, технология поэтапного формирования умственных действий, технология развивающего обучения, элементы технологии развития критического мышления.

Реализация данной модели предполагает использование следующих технологий стратегического уровня (задающих организационные формы взаимодействия субъектов образовательного процесса), осуществляемых с использованием определенных тактических процедур:

- лекционные (вводная лекция, информационная лекция, обзорная лекция, лекция-консультация, проблемная лекция);
- лабораторные (углубление знаний, полученных на теоретических занятиях, решение задач);
- практические (формирование определенных умений и навыков, формирование алгоритмического мышления);
- активизации познавательной деятельности (приемы технологии развития критического мышления через чтение и письмо, работа с литературой, подготовка презентаций по темам домашних работ);
- самоуправления (самостоятельная работа студентов, самостоятельное изучение материала).

Информационные технологии используются при организации коммуникации со студентами для представления информации, выдачи рекомендаций и консультирования по оперативным вопросам (электронная почта), использование мультимедиа-средств при проведении лекционных и практических занятий.

В качестве образовательных технологий при изучении дисциплины используются, мультимедийные лекции, на лабораторных занятиях используются лабораторные стенды и современные пакеты программных продуктов. С целью текущего контроля знаний студентов на лабораторных работах проводится контроль выполнения работы. Студентам предлагается обсудить полученные результаты и высказать свое мнение по применению возможных приемов для улучшения показателей либо результатов работы.

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Вопросы для подготовки к зачету 5 семестр.

1. Основные понятия теории управления. Принципы управления в системах автоматического управления. Примеры.
2. Линеаризация систем автоматического управления. Первая форма записи.
3. Интегральные преобразования Лапласа. Вторая форма записи.
4. Модели систем автоматического управления в пространстве состояний.
5. Частотная передаточная функция систем автоматического управления и ее характеристики
6. Типовые соединения и передаточные функции систем автоматического управления.
7. Структурные преобразования линейных систем автоматического управления.
8. Классификация динамических звеньев систем автоматического управления. Типовые временные характеристики.
9. Инерционное звено 1-ого порядка.
10. Инерционное звено 2-ого порядка.
11. Идеальное интегрирующее звено.
12. Реальное дифференцирующее звено.



13. Звено с чистым запаздыванием.
14. Устойчивость систем автоматического управления. Необходимые и достаточные условия устойчивости.
15. Граница устойчивости и ее типы.
16. Критерий устойчивости Рауса-Гурвица.
17. Критерий устойчивости Михайлова.
18. Критерий устойчивости Найквиста.
19. Робастная устойчивость.
20. Прямые показатели качества.
21. Косвенные методы оценки качества
22. Оценка точности в типовых режимах.
23. Корневой метод оценки качества.
24. Интегральный метод оценки качества.
25. Частотный метод оценки качества.
26. Инвариантность и принцип двухканальности.
27. Исследование типовых законов управления.
28. Исследование корректирующих звеньев.
29. Особенности нелинейных систем управления.
30. Математическое описание дискретных систем.
31. Устойчивость дискретных систем.
32. Оценка качества дискретных систем.
33. Нелинейные системы. Метод фазовой плоскости.
34. Метод функций Ляпунова.
35. Абсолютная устойчивость и гиперустойчивость
36. Линеаризация обратной связью.

## **9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### а) литература

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511430> (дата обращения: 28.04.2023).
- 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, 2023. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513237> (дата обращения: 28.04.2023).
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/513239> (дата обращения: 28.04.2023).
3. Еремин, Е. Л. Системы автоматического управления [Электронный ресурс] : лаб. практикум (MatLab - Simulink) / Е. Л. Еремин, И. Е. Еремин ; АмГУ, ФМиИ. - Благовещенск : Изд-во Амурского государственного университета, 2017. - 99 с. - Режим доступа : [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7688.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7688.pdf)
4. Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления / А. А. Первозванский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 616 с. — ISBN 978-5-507-47043-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322499> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Теория автоматического управления [Текст] : учеб. : доп. Мин. обр. РФ / под ред. В. Б. Яковлева. - 3-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2009. - 568 с.
6. Кудинов, Ю. И. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB

— SIMULINK) : учебное пособие / Ю. И. Кудинов, Ф. Ф. Пащенко. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 312 с. — ISBN 978-5-8114-1994-4. — Текст : электронный // Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205955> (дата обращения: 28.04.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Еремин, Е. Л., Кван Н.В., Семичевская Н.П. Теличенко Д.А. Нелинейное робастное управление сложными динамическими объектами. - Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2011. - 204 с. [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/6296.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6296.pdf)

8. Теория автоматического управления : сб. учеб.-метод. материалов для направлений подготовки 09.03.01; 24.03.01 и спец. 24.05.01/ АмГУ, ФМиИ; сост. Е. Л. Еремин. - Благовещенск: Изд-во Амур.гос. ун-та, 2017. - 61 с. Режим доступа: [http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU\\_Edition/7784.pdf](http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/7784.pdf)

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

№	Наименование	Описание
1	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium <a href="http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html">http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html</a> на условиях <a href="https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html">https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html</a> .
2	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013.
3	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>	Электронно-библиотечная система, включающая в себя как электронные версии книг издательства «Лань» и других ведущих издательств учебной литературы, так и электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам.
4	ЭБС ЮРАЙТ <a href="https://urait.ru">https://urait.ru</a>	Фонд электронной библиотеки составляет более 4000 наименований и постоянно пополняется новинками, в большинстве своем это учебники и учебные пособия для всех уровней профессионального образования от ведущих научных школ с соблюдением требований новых ФГОСов.
5	ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА» <a href="http://www.studentlibrary.ru">www.studentlibrary.ru</a>	Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" ( <a href="http://www.studentlibrary.ru">www.studentlibrary.ru</a> ) является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов третьего поколения (ФГОС ВО 3+) к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы, для СО, ВПО и аспирантуры.

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
1	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost/home/standarts</a>	Федеральный институт промышленной собственности
2	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>	Российское образование. Федеральный портал
3	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>	Единое окно доступа к образовательным ресурсам

4	<a href="https://www.runnet.ru/">https://www.runnet.ru/</a>	RUNNet (Russian UNiversity Network) - научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающими интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (National Research and Education Networks, NREN) и с Интернет
5	<a href="https://reestr.minsvyaz.ru/">https://reestr.minsvyaz.ru/</a>	Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных
6	<a href="https://www.mathnet.ru/">https://www.mathnet.ru/</a>	Общероссийский математический портал MathNet.Ru
7	<a href="http://www.wiki-prom.ru/">http://www.wiki-prom.ru/</a>	Сайт Института Космических Исследований
8	<a href="http://arc.iki.rssi.ru/Welcome.html">http://arc.iki.rssi.ru/Welcome.html</a>	Современная энциклопедия промышленности России
9	<a href="http://ecoruspace.me/">http://ecoruspace.me/</a>	Ecoruspace.me. Информационный Интернет- сайт посвящен существующей и планируемой ракетно-космической технике

#### **10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Занятия по дисциплине «Теория автоматического управления» проводятся в учебных аудиториях для занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы: учебная мебель, доска, мультимедиа- проектор, проекционный экран, ноутбук.

Используется лабораторное оборудование:

типовой комплект учебного оборудования «Основы теории автоматического управления»;

типовой комплект учебного оборудования «Теория автоматического управления» ТАУ-СК;

типовой комплект учебного оборудования «Теория автоматического управления» ТАУ-НН.

Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.