

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Утверждено
Директор Института математики и информатики
Арамян Р.Г.



«21» мая 2025, протокол №9.1

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Теория Управления

Автор: Мелконян В.Г.

Направление подготовки: 01.04.02 Прикладная математика и информатика
Наименование образовательной программы: Искусственный интеллект и робототехника

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины;

Дисциплина «Теория управления» охватывает фундаментальные принципы анализа и синтеза линейных динамических систем. В курсе рассматриваются основы представления систем в виде обыкновенных дифференциальных уравнений и в частотной области (преобразования Лапласа и Фурье), а также анализ устойчивости с помощью методов корневых локусов, частотных характеристик (Бode, Найквист, Николс), принципа аргумента Коши.

Отдельное внимание уделяется системам с обратной связью, настройке и применению ПИД-регуляторов, анализу запаса устойчивости и маржи усиления. Практическая часть курса включает реализацию и настройку регуляторов в рамках мини-проектов, а также устные выступления студентов по продвинутым темам, включая робастное управление (L1-контроль).

Курс направлен на формирование системного мышления, понимание устойчивости и переходных процессов.

1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах
Общая трудоемкость изучения курса	144
Аудиторные занятия, в т. ч.:	64
Лекции	32
Практические занятия	32
Итоговый контроль	Экзамен

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления)

Дисциплина «Теория управления» тесно связана со следующими курсами:

- **Линейная алгебра и дифференциальные уравнения,**
- **Цифровая обработка сигналов**

■ Введение в робототехнику

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
УК-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели	1	Разрабатывает командную стратегию для достижения поставленной цели
		2	Умеет организовывать и руководить работой команды
		3	Демонстрирует понимание результатов работы команды и личных действий в ней
ОПК-1	Способен решать актуальные задачи фундаментальной и прикладной математики	1	Имеет представление об основных подходах к решению актуальных задач фундаментальной и прикладной математики
		2	Демонстрирует умение применять математический аппарат для решения задач.
		3	Имеет навыки выбора подходящих методов решения задач фундаментальной и прикладной математики
ОПК-2	Способен совершенствовать и реализовывать новые математические методы решения прикладных задач	1	Обладает знаниями о существующих математических методах, применяемых для решения прикладных задач.

		2	Демонстрирует умение использования математического языка и математической символики, построения цепочки рассуждений, формулировки математических утверждений для решения прикладных задач.
		3	Имеет практический опыт совершенствования и реализации различных математических методов решения прикладных задач
ОПК-3	Способен разрабатывать математические модели и проводить их анализ при решении задач в области профессиональной деятельности	1	Формулирует основные теоретические положения в области математического моделирования.
		2	Демонстрирует умения давать содержательную интерпретацию полученных результатов при проведении анализа математических моделей.
		3	Имеет практический опыт разработки и проведения анализа математических моделей при решении задач
ОПК-4	Способен комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в	1	Обладает знаниями о существующих информационно коммуникационных

	области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности		технологиях и основных требованиях информационной безопасности.
		2	Демонстрирует умения комбинировать и адаптировать существующие информационно коммуникационные технологии, а также умение учитывать основные требования информационной безопасности при решении прикладных задач
		3	Имеет практический опыт комбинирования и адаптирования существующих информационно коммуникационных технологий и учета основных требований информационной безопасности при решении прикладных задач
УК-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	1	Критически анализирует проблемную ситуацию с целью выработки стратегии действий, аргументировано формулирует собственные суждения и оценки
		2	Использует критический анализ, систематизацию и

			обобщение информации для решения проблемной ситуации
		3	Владеет навыками критического анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывания стратегии действий
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	1	Определяет этапы жизненного цикла проекта и выстраивает последовательность их реализации
		2	Формулирует проблему, на решение которой направлен проект, грамотно определяет цель проекта.
		3	Проектирует решение конкретных задач проекта, выбирая оптимальный способ их решения.
УК-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия	1	Обладает знаниями особенностей и правил личной и профессиональной устной и письменной коммуникации, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)
		2	Демонстрирует умение применять современные коммуникативные

			технологии для академического и профессионального взаимодействия в ситуации устной и письменной коммуникации, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)
		3	Имеет навыки академического и профессионального взаимодействия, в том числе на иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия	1	Обладает необходимыми знаниями о разнообразии культур и об основных принципах межкультурного взаимодействия
		2	Демонстрирует умение самостоятельно добывать профессиональные знания с использованием иностранного языка для развития способности межкультурного взаимодействия
		3	Имеет навыки межкультурного взаимодействия при выполнении профессиональных задач

УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	1	Применяет рефлексивные методы в процессе оценки разнообразных ресурсов, используемых для решения задач самоорганизации и саморазвития
		2	Определяет цели и приоритеты собственной деятельности и способы их достижения
		3	Планирует результаты собственной деятельности с учетом необходимых ресурсов
ПК-2	способностью разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач	1	Применяет современные методы и инструменты для представления результатов научно-исследовательской деятельности
		2	Умеет определять реалистические цели научный проектов в области программирования
		3	Определяет основные направления научный исследований в области программирования и применяемых в них подходов

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

2.1. Цели и задачи дисциплины

Сформировать у студентов теоретические знания и практические навыки анализа, синтеза и настройки систем автоматического управления на базе линейных динамических моделей.

Задачи дисциплины:

- Изучить математические модели ЛТИ-систем во временной и частотной областях (обыкновенные дифференциальные уравнения, преобразования Лапласа и Фурье).
- Научить применять графо-аналитические методы анализа устойчивости (принцип аргумента Коши, диаграммы Найквиста, корневые диаграммы, частотные характеристики Боде и Николса).
- Разобрать алгоритмы ПИД-регулирования, методы их настройки и оценку запаса устойчивости (по усилению и фазе).
- Дать практический опыт реализации и отладки регуляторов на микроконтроллере **Arduino** в реальном времени (в рамках мини-проекта).
- Развить навыки критического анализа предельных и нестандартных случаев (случаи на границе устойчивости по Найквисту, робастное управление L1 — в формате студенческих докладов).

2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах)

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам
		2 сем
1	2	3
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	144	144
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	64	64
1.1.1. Лекции	32	32
1.1.2. Практические занятия, в т. ч.	32	32
1.1.2.1. Обсуждение прикладных проектов	5	5
1.1.2.2. Кейсы	5	5
1.1.2.3. Контрольные работы	5	5
1.1.3. Семинары	0	0
1.1.4. Лабораторные работы	0	0
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	44	44
1.2.1. Подготовка к экзаменам	36	36
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	Экзамен	

2.3. Содержание дисциплины

■ **Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану**

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции(ак. часов)	Практ. Занятия (ак. часов)	Семинары (ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
1	2=3+4+5+6+7	3	4	5	6
Тема 1. Линейные системы и дифференциальные уравнения	10	5	5		
Тема 2. Частотный анализ: преобразования Лапласа и Фурье	10	5	5		
Тема 3. Устойчивость: принцип Коши и критерий Найквиста	10	5	5		
Тема 4. Корневой локус и Боде / Николс диаграммы	10	5	5		
Тема 5. ПИД-регуляторы: теория, настройка и реализация	10	5	5		
Тема 6. Проект: реализация ПИД на Arduino	10	5	5		
Тема 7. Особые случаи: робастное управление, доклады студентов	4	2	2		
ИТОГО	64	32	32		

■ **Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана**

Тема 1. Линейные системы и дифференциальные уравнения

Рассматриваются базовые модели LTI-систем, дифференциальные уравнения и переходные характеристики.

Литература: Matt Talks Tech, Ogata, Кац.

Тема 2. Частотный анализ: преобразования Лапласа и Фурье

Анализ систем в частотной области: преобразования Лапласа и Фурье, передаточная функция.

Литература: Matt Talks Tech, Oppenheim, Dorf & Bishop.

Тема 3. Устойчивость: принцип Коши и критерий Найквиста

Методы частотного анализа устойчивости: аргумент Коши, критерий Найквиста.

Литература: Matt Talks Tech, Кац, Куо.

Тема 4. Корневой локус и Боде / Николс диаграммы

Графические методы анализа: корневой локус, диаграммы Боде и Николса.

Литература: Matt Talks Tech, Ogata, Franklin.

Тема 5. ПИД-регуляторы: теория, настройка и реализация

Принципы работы ПИД, методы настройки и практическая реализация.

Литература: Matt Talks Tech, Åström & Hägglund.

Тема 6. Проект: реализация ПИД на Arduino

Мини-проект: реализация и отладка ПИД-регулятора на Arduino.

Литература: Matt Talks Tech, Arduino PID docs.

Тема 7. Особые случаи: робастное управление, студенческие доклады

Обсуждение предельных случаев, робастных подходов и L1-регуляторов.

Литература: Hespanha, Doyle, студенческие материалы.

■ Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

Практические занятия включают решение задач по анализу устойчивости, построению корневых и частотных характеристик, настройке ПИД-регуляторов. Отдельное занятие посвящено реализации ПИД-регулятора на Arduino. Семинары проводятся в формате коротких студенческих докладов по нестандартным случаям (edge-case Nyquist, L1-управление).

■ Материально-техническое обеспечение дисциплины

- Микроконтроллеры Arduino с аксессуарами (сенсоры, моторы и пр.)
- Персональные компьютеры с установленным Python (библиотеки control, matplotlib, scipy)
- Интернет-доступ для просмотра материалов (в т.ч. Matt Talks Tech, онлайн-симуляторы)

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля	
	М1 ¹	М2	М1	М2	М1	М2				
Вид учебной работы/контроля										
Контрольная работа (при наличии)			0.5	0.5						
Устный опрос (при наличии)										
Тест (при наличии)										
Лабораторные работы (при наличии)										
Письменные домашние задания (при наличии)										
Реферат (при наличии)										
Эссе (при наличии)										
Проект (при наличии)										
Другие формы (при наличии)										
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей										
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей										
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5			
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в							0.5			

¹ Учебный Модуль

результатирующей оценке промежуточных контролей								
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.4
Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля								0.6
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок

3.1. Материалы по теоретической части курса

- Учебник(и);
 1. – Огата К. *Современные системы автоматического управления*
 2. – Кац Г.Я. *Теория автоматического управления*
- Учебное(ые) пособие(я);
 1. – Презентации преподавателя (PPT)
 2. – Краткие конспекты лекций по темам
- Электронные материалы (электронные учебники, учебные пособия, курсы и краткие конспекты лекций, презентации PPT и т.п.);
 1. – Видеокурс Matt Talks Tech (YouTube)
 2. – Примеры на Python (Jupyter Notebook)
 3. – Глоссарий ключевых терминов (PDF)

4. Фонды оценочных средств

4.1. Планы практических и семинарских занятий

- – Задания по построению корневых и частотных характеристик
- – Расчёт устойчивости методом Найквиста
- – Настройка ПИД-регуляторов на практике
- – Семинары: доклады студентов по L1 и нестандартным случаям

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов

- – Мини-проект: реализация ПИД-регулятора на Arduino

- – Симуляция переходных процессов в Python или MATLAB

4.3. Материалы по практической части курса

- Учебно-методические пособия преподавателя
- Графические шаблоны для построения диаграмм
- Задачники по теории управления
- Видео-примеры и демонстрации (Matt Talks Tech)
- Иллюстративные материалы и слайды по настройке регуляторов

4.4. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

- Решение задач на устойчивость и корневой locus
- Анализ и построение диаграмм Бode/Николса
- Настройка ПИД-регулятора в симуляции
- Просмотр и разбор видео Matt Talks Tech

4.5. Тематика рефератов, эссе и других форм самостоятельных работ

- ПИД-регулятор: плюсы и минусы
- Проблемы устойчивости в реальных системах
- L1 контроллер

4.6. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей

- Тест по преобразованию Лапласа и Фурье
- Расчёт устойчивости методом Найквиста
- Построение корневого локуса по заданной передаточной функции

4.7. Перечень экзаменационных вопросов

- Условия устойчивости LTI-систем
- Алгоритм построения диаграммы Найквиста
- Принцип действия ПИД-регулятора
- Что происходит при изменении коэффициента усиления в системе?

4.8. Образцы экзаменационных билетов

Билет №1:

1. Теория: преобразование Лапласа и передаточная функция
2. Теория: принцип аргумента Коши
3. Практика: рассчитать устойчивость системы по критерию Найквиста

Билет №2:

1. Теория: структура ПИД-регулятора
2. Теория: частотный анализ методом Боде
3. Практика: построить корневой locus для заданной функции

4.9. Образцы экзаменационных практических заданий

- Построить Боде-диаграмму по передаточной функции
- Настроить ПИД и описать поведение системы
- Реализовать ПИД в Arduino и снять график отклика

4.10. Банк тестовых заданий для самоконтроля

1. Какая из следующих формул соответствует прямому преобразованию Лапласа?

А) $\int_0^{\infty} x(t) dt$

Б) $\mathcal{L}\{x(t)\} = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt$

В) $\mathcal{L}\{x(t)\} = \int_0^{\infty} x(t)e^{-st} dt$

Г) $\frac{dy(t)}{dt} + ay(t) = bu(t)$

2. Установите соответствие:

Элемент системы	—	Назначение
1) Пропорциональное звено	А) Подавление	статической ошибки
2) Интегральное звено	В) Уменьшение	колебаний
3) Дифференциальное звено	С) Повышение	скорости реакции

3. Что показывает график Найквиста при анализе устойчивости системы?
4. Какая характеристика строится по логарифмической шкале частот?
 - А) Корневой locus
 - Б) Диаграмма Боде
 - В) Диаграмма Найквиста

Г) Переходная характеристика

5. В каком случае система считается устойчивой по критерию Найквиста?

А) Если кривая охватывает точку -1 ровно один раз

Б) Если кривая не охватывает точку -1

В) Если число обходов равно числу правых корней

Г) Если число нулей меньше числа полюсов

4.11. Методики решения и ответы к образцам тестовых заданий

■ 1 - B

■ 2 - (1-B), (2-A), (3-C)

■3 – График Найквиста показывает, как частотная характеристика разомкнутой системы обходит точку $(-1,0)$ на комплексной плоскости. По количеству и направлению обходов этой точки определяют устойчивость замкнутой системы.

■ 4 - Б

■ 5 - B

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

Обучение строится на сочетании теоретических лекций, задач на доске, практических занятий с программной реализацией (Python или MATLAB) и мини-проекта на Arduino. В курс включены видеоразборы (в том числе материалы Matt Talks Tech), интерактивное обсуждение edge-case ситуаций, доклады студентов и самостоятельное моделирование.

Используются как традиционные, так и активные методы обучения: пошаговое разъяснение, работа в малых группах, презентация решений на занятиях.

Методические рекомендации для студентов

- **К лекциям:** заранее просматривать презентации и видеоматериалы по теме (Matt Talks Tech), записывать ключевые формулы и термины.

- **К практическим занятиям:** повторить определения и свойства систем, подготовить ноутбук с Python или MATLAB, заранее попробовать построить простые диаграммы.
- **К мини-проекту:** выбрать объект управления (мотор, светодиод, температура), подготовить Arduino, изучить примеры ПИД-кода.
- **К семинарам:** подготовить краткие выступления по заранее распределённым темам (например, L1-регулятор, запасы устойчивости, PID-регулятор).
- **К самостоятельной работе:** решать задачи по темам лекций, оформлять выводы в тетради или Google Docs.