

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
протокол № 10 от 27.08.2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория управления

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
01.03.02 - Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Математическое моделирование и искусственный интеллект

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 Теория управления относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-3: Способен собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям	<p>ПК-3.1: Собирает, обрабатывает, анализирует и обобщает результаты экспериментов и исследований, проводит эксперименты и наблюдения, составляет отчеты по теме или по результатам проведенных экспериментов.</p> <p>ПК-3.2: Применяет полученные знания на практике для решения производственных задач.</p> <p>ПК-3.3: Выбирает и реализовывает на практике экспериментальные исследования параметров и характеристик программных и программно-аппаратных комплексов различного функционального назначения.</p>	<p>ПК-3.1: Знает основные методы сбора, обработки, анализа и интерпретации результатов исследований динамических систем и систем управления; основные понятия теории управления, устойчивости, управляемости, наблюдаемости, оценивания и синтеза регуляторов.</p> <p>ПК-3.2: Умеет применять методы теории управления для анализа математических моделей динамических систем, исследования их устойчивости, управляемости и наблюдаемости, а также для решения прикладных задач управления.</p> <p>ПК-3.3: Владеет практическими навыками выбора и реализации методов исследования параметров и характеристик систем управления, включая анализ устойчивости, построение регуляторов, наблюдателей и оценивание состояния динамических систем.</p>	Контрольная работа	<p>Зачёт: Контрольная работа Отчет по лабораторным работам</p> <p>Экзамен: Контрольная работа</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	56
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	72
- КСР	3
самостоятельная работа	49
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	
Раздел 1. Введение	11	2	6	8	3
Раздел 2. Описание линейных систем	14	4	6	10	4
Раздел 3. Устойчивость линейных систем	22	8	10	18	4
Раздел 4. Управляемость и наблюдаемость. Разложение Калмана	22	8	10	18	4
Раздел 5. Методы синтеза систем управления	20	6	10	16	4
Раздел 6. Оптимальное линейно-квадратичное управление	14	4	6	10	4
Раздел 7. Элементы теории оценивания	18	6	6	12	6
Раздел 8. Робастная устойчивость и управление	18	6	6	12	6
Раздел 9. Методы обеспечения обобщенной устойчивости с использованием аппарата линейных матричных неравенств	24	8	8	16	8
Раздел 10. Элементы управления нелинейными системами	14	4	4	8	6
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	216	56	72	131	49

Содержание разделов и тем дисциплины

Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины «Теория управления» удовлетворяет компетенции ПК-3 и заключается в формировании у обучающихся теоретических знаний и практических умений в области анализа динамических систем, построения математических моделей систем с управлением, исследования устойчивости, управляемости и наблюдаемости, а также применения методов синтеза, оценивания и оптимального управления для решения научных и прикладных задач.

Задачи

- 1) Изучить теоретические основы дисциплины «Теория управления».
- 2) Обеспечить формирование компетенции ПК-3 в соответствии с требованиями образовательной программы.
- 3) Сформировать практические умения анализа, моделирования и синтеза систем управления.

Содержание:

Раздел 1. Введение

Динамические системы и управление по принципу обратной связи. Схема системы с управлением. Общий вид математической модели системы с управлением. Простые примеры динамических систем с управлением. Примеры основных задач теории управления (стабилизация, слежение, обеспечение заданного характера переходных процессов). Виды управления. Построение математических моделей простых динамических систем с управлением. Примеры исследования существенно нелинейных систем с управлением по принципу обратной связи, специфические эффекты, возникающие в таких системах (автоколебания, области притяжения, состояния равновесия в сшитых системах). Пример использования аппарата точечных отображений. Примеры исследования структуры фазового пространства гладких нелинейных систем. Линеаризация. Введение управления, пример решения задачи стабилизации.

Раздел 2. Описание линейных систем

Представление в пространстве состояний. Общая формула (формула Коши) решения системы линейных дифференциальных и разностных уравнений. Описание линейной динамической системы в терминах «вход-выход». Передаточная функция. Операторный подход к описанию линейной системы. Нормы сигналов, нормы операторов, нормы передаточных функций.

Раздел 3. Устойчивость линейных систем

Основные определения теории устойчивости для непрерывных и дискретных систем: устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, экспоненциальная устойчивость, другие понятия устойчивости. Устойчивость по возмущению входа и начальным условиям. Второй метод Ляпунова и примеры его использования. Теорема Барбашина — Красовского. Устойчивость линейных стационарных систем. Функции Ляпунова для линейных стационарных систем и устойчивость по первому приближению. Матричное уравнение Ляпунова. Частотные критерии устойчивости: критерий Михайлова, метод D-разбиения. Алгебраические критерии устойчивости: критерий Рауса — Гурвица, критерий Шура, λ -т преобразования.

Раздел 4. Управляемость и наблюдаемость. Разложение Калмана.

Виды управления: программное управление, управление в виде обратной связи по состоянию. Понятие управляемости объекта управления. Управляемость линейных стационарных объектов. Понятие полной управляемости, алгебраический критерий управляемости для стационарных линейных систем.

Невырожденные замены базиса в пространстве состояний. Общая структура системы с управляемой и неуправляемой частями. Подпространства управляемых и неуправляемых состояний. Каноническая форма Фробениуса - Люенбергера представления линейной управляемой системы. Измеряемый выход. Восстановление состояния системы по измеряемому выходу. Понятие полной наблюдаемости для линейной динамической системы. Вывод алгебраического критерия полной наблюдаемости для стационарной линейной системы. Общая структура системы с наблюдаемой и ненаблюдаемой частями. Подпространства наблюдаемых и ненаблюдаемых переменных. Наблюдаемость и управляемость – принцип двойственности.

Раздел 5. Методы синтеза систем управления.

Понятие о задаче модального управления по состоянию. Теорема о возможности и условиях построения модального регулятора в классе линейных регуляторов. Решение задачи построения модальных регуляторов по состоянию для управляемых линейных стационарных систем со скалярным управлением. Сопровождающие матрицы. Обеспечение запаса устойчивости. Обобщение на случай векторного управления. Синтез управления по выходу. Понятие наблюдателя полного порядка. Теорема о структуре наблюдателя. Построение асимптотического наблюдателя полного порядка. Проблема выбора матрицы усиления наблюдателя. Теорема о спектре линейной системы с управлением, построенном на основе наблюдателя полного порядка.

Раздел 6. Оптимальное линейно-квадратичное управление

Постановка задачи построения оптимального управления линейной динамической системой с непрерывным или дискретным временем при квадратичном критерии качества. Понятие LQR-регулирования. Вывод уравнения Беллмана для стационарного случая на бесконечном промежутке времени. Вывод соотношений для оптимального регулятора, алгебраическое уравнение Риккати. Существование и единственность положительно определенного решения уравнения Риккати. Обоснование асимптотической устойчивости. Пример прямого аналитического конструирования регулятора для одномерной динамической системы.

Раздел 7. Элементы теории оценивания.

Случайные величины и процессы, их характеристики. Постановка задачи оценивания. Оценивание по методу наименьших квадратов. Рекуррентная форма МНК. Вероятностные свойства МНК-оценки: несмещенность, эффективность и состоятельность. Обобщенный метод наименьших квадратов. Рекуррентное оценивание с минимальной среднеквадратичной ошибкой. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Фильтр Калмана. Стохастические оптимальные системы. Стохастическое оптимальное управление. Принцип разделения.

Раздел 8. Робастная устойчивость и управление.

Постановка задачи робастного управления. Теорема Харитоновой и годограф Поляка-Цыпкина. Вычисление меры робастной устойчивости. Критерии робастной устойчивости, построение робастных регуляторов.

Раздел 9. Методы обеспечения обобщенной устойчивости с использованием аппарата линейных матричных неравенств.

Линейные матричные неравенства. Определения и свойства. Связь с функцией Ляпунова. Основные задачи. Обобщенная устойчивость. Линейная обратная связь по состоянию. Постановка задачи обобщенной стабилизации. Решение задачи путем сведения к линейным матричным неравенствам.

Раздел 10. Элементы управления нелинейными системами.

Линеаризация обратной связью: мотивация. Линеаризация по входу-выходу. Линеаризация по всем переменным состояния. Нелинейные законы управления. Ляпуновский синтез закона управления. Бэкстеппинг.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Теория управления» включает выполнение заданий под контролем преподавателя, решение домашних заданий, подготовку к занятиям лабораторного практикума и подготовку к экзамену, использование материалов сайта <http://www.intuit.ru>

Тематика самостоятельной работы:

1. Введение. Предмет и содержание теории управления. (Теоретическая часть: [3, 4], практическая часть: решение задач).
2. Операционное исчисление. Z-преобразования. (Теоретическая часть: [2, 6, 7], практическая часть: решение задач).
3. Функциональная модель линейной динамической системы «вход-выход». (Теоретическая часть: [2], практическая часть: решение задач).
4. Типовые линейные динамические звенья. (Теоретическая часть: [2], практическая часть: решение задач).
5. Алгебраические и частотные критерии устойчивости. (Теоретическая часть: [2, 5], практическая часть: решение задач).
6. Метод D-разбиения. (Теоретическая часть: [6], практическая часть: решение задач).
7. Управляемость. Разложение Калмана. (Теоретическая часть: [6], практическая часть: решение задач).
8. Модальное управление. (Теоретическая часть: [6], практическая часть: решение задач).
9. Оптимальное линейно-квадратичное управление. (Теоретическая часть: [1, 6], практическая часть: решение задач).
10. Наблюдаемость. Принцип двойственности. (Теоретическая часть: [1, 6], практическая часть: решение задач).
11. Наблюдатели. Синтез управления по выходу. (Теоретическая часть: [1, 6], практическая часть: решение задач).
12. Линейная оптимальная фильтрация. (Теоретическая часть: [1, 6], практическая часть: решение задач).
13. Методы обеспечения обобщенной устойчивости с использованием аппарата линейных матричных неравенств. (Теоретическая часть: [1, 6], практическая часть: решение задач).
14. Робастное и адаптивное управление. (Теоретическая часть: [1, 6], практическая часть: решение задач).

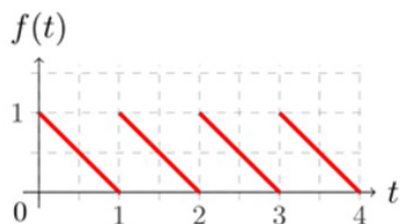
5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3:

Задача 1

Для заданной периодической функции $f(t)$, изображенной на рисунке, найти периодическое решение линейного дифференциального уравнения $\ddot{x} - 3\dot{x} + 2x = f(t)$.



Задача 2

Для полинома

$$ap^3 + bp^2 + (1 - b)p + (1 - a)$$

- построить D -разбиение плоскости параметров по отношению к левой полуплоскости комплексной плоскости размещения корней, включая расстановку индексации подобластей;
- проверить правильность расстановки штриховки одной из особых прямых, используя оценку реальной части производной мигрирующего корня, вычисленной по одному из параметров;
- проверить правильность полученной индексации в одной из подобластей D -разбиения методом λ -преобразований.

Задача 3

Объект управления имеет описывается системой

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 2 \\ -7 \end{bmatrix} u$$

Введите обратную связь по состоянию таким образом, чтобы замкнутая система имела характеристические числа $\lambda_{1,2} = -1 \pm i$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все предложенные задачи решены полностью, применены оригинальные и короткие способы решения с необходимым обоснованием, решения задач доведены до правильных ответов.
отлично	Предложенные задачи решены, решения имеют необходимые обоснования, задачи доведены до ответов, в которых могут присутствовать незначительные погрешности.
очень хорошо	Предложенные задачи в основном решены (около 80-85%), хотя и с незначительными погрешностями, решения в основном обоснованы, но не полностью.
хорошо	Почти все предложенные задачи во многом решены, но решения не везде доведены до верного ответа. Степень выполнения заданий не ниже 60%.

Оценка	Критерии оценивания
удовлетворительно	Доля правильности выполнения заданий ниже 55-60%, решения приводятся без надлежащего теоретического обоснования.
неудовлетворительно	Степень выполнения заданий ниже 30%, демонстрируется низкий уровень знания теории.
плохо	Обнаружены существенные пробелы в понимании материала. Степень выполнения заданий ниже 10%.

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых	При решении стандартных	Имеется минимальн	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Продемонстрированы

навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	задач не продемонстриро ваны базовые навыки. Имели место грубые ошибки	ый набор навыков для решения стандартны х задач с некоторым и недочетами	базовые навыки при решении стандартны х задач с некоторым и недочетами	базовые навыки при решении стандартны х задач без ошибок и недочетов	навыки при решении нестандарт ных задач без ошибок и недочетов	творческий подход к решению нестандартны х задач
--	---	--	---	--	---	--

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Найти коэффициент передачи динамического звена, если его переходная функция равна

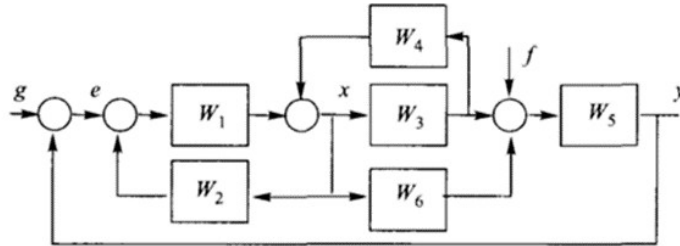
$$h(t) = 1 + 10e^{-5t} \sin\left(10t + \frac{\pi}{6}\right).$$

2. Используя критерий Рауса–Гурвица (или Ляпунова–Шипара), исследовать устойчивость системы управления, заданной уравнением (y – вход, u – выход):

$$\frac{d^4 y}{dt^4} + 5 \frac{d^3 y}{dt^3} + 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 12 \frac{dy}{dt} + 10y = 7u.$$

3. Для системы, изображенной на рисунке, определить следующие передаточные функции:

- а) K_{yg} – передаточную функцию относительно входа g и выхода y ;
- б) K_{ef} – передаточную функцию относительно входа f и выхода e .



4. Составить передаточную функцию и построить амплитудно-частотную, фазочастотную и амплитудно-фазовую частотную характеристики для пассивного четырехполюсника, изображенного на рис. 1. Параметры системы: $R_1 = 15$ кОм, $R_2 = 5$ кОм, $L_2 = 20$ Гн.

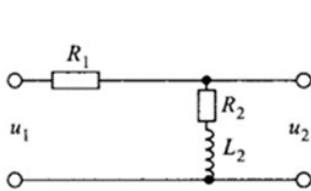


Рис. 1

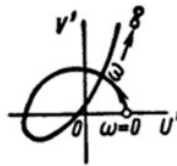


Рис. 2

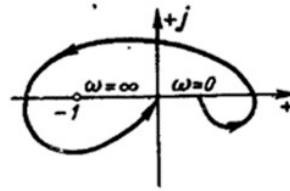


Рис. 3

- 5. По виду годографа Михайлова, приведенного на рис. 2, определить число корней характеристического уравнения 5-го порядка в правой и левой полуплоскостях.
- 6. По критерию Михайлова–Найквиста определить устойчивость замкнутой системы, если годограф системы в разомкнутом состоянии изображен на рис. 3. Известно, что число корней характеристического уравнения разомкнутой системы, расположенных в правой полуплоскости комплексной плоскости равно 2.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильность и полнота выполнения заданий в контрольной работе не ниже 60-65%, при этом студент демонстрирует достаточное знание и адекватное понимание необходимых теоретических фактов.
не зачтено	Задания в контрольной работе выполнены менее, чем на 60%, при этом обнаружены значительные пробелы в знании и понимании необходимых теоретических фактов.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Объект управления описывается передаточной функцией

$$K(p) = \frac{2p + 1}{2p^3 + 3p^2 - 3p - 2}.$$

Перейдите от описания в терминах вход-выход к описанию в пространстве состояний.

2. Проверьте, является ли система

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 4 & 4 & -1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

полностью управляемой, если нет, то найдите разложение Калмана на управляемое и неуправляемое подпространства и определите является ли неуправляемое подпространство устойчивым, а система стабилизируемой.

3. Объект управления имеет описывается системой

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 2 \\ -7 \end{bmatrix} u$$

Введите обратную связь по состоянию таким образом, чтобы замкнутая система имела характеристические числа $\lambda_{1,2} = -1 \pm i$.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Все предложенные задачи решены полностью, применены оригинальные и короткие способы решения с необходимым обоснованием, решения задач доведены до правильных ответов.
отлично	Предложенные задачи решены, решения имеют необходимые обоснования, задачи доведены до ответов, в которых могут присутствовать незначительные погрешности.
очень хорошо	Предложенные задачи в основном решены (около 80-85%), хотя и с незначительными погрешностями, решения в основном обоснованы, но не полностью.
хорошо	Почти все предложенные задачи во многом решены, но решения не везде доведены до верного ответа. Степень выполнения заданий не ниже 60%.
удовлетворительно	Доля правильности выполнения заданий ниже 55-60%, решения приводятся без надлежащего теоретического обоснования.
неудовлетворительно	Степень выполнения заданий ниже 30%, демонстрируется низкий уровень знания теории.
плохо	Обнаружены существенные пробелы в понимании материала. Степень выполнения заданий ниже 10%.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-3

1. Линейный авторулевой
2. Двухпозиционный авторулевой
3. Стабилизация двухзвенного маятника в верхнем положении
4. Экстремальный регулятор.
5. Управление скоростью вращения вала электродвигателя.
6. Управление углом поворота вала электродвигателя.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Правильность и полнота выполнения практических заданий по лабораторному практикуму не ниже 60-65%, при этом студент демонстрирует достаточное знание и адекватное понимание необходимых теоретических фактов.
не зачтено	Практические задания по лабораторному практикуму выполнено менее, чем на 60%, при этом обнаружены значительные пробелы в знании и понимании необходимых теоретических фактов.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Неймарк Юрий Исаакович. Динамические модели теории управления. - М. : Наука, 1985. - 400 с. : ил. - 3.80., 57 экз.
2. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления / Коновалов Б. И., Лебедев Ю. М. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 220 с. - Рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 210106 — «Промышленная электроника» направления подготовки дипломированных специалистов 210100 — «Электроника и микроэлектроника». - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-507-44643-8., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=804144&idb=0>.
3. Неймарк Юрий Исаакович. Математические модели в естествознании и технике : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению 510200 "Прикладная математика и информатика" и специальности 010200 "Прикладная математика и информатика" / ННГУ. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 2004. - 401 с. - ISBN 5-85746-496-X : 80.00., 156 экз.
4. Неймарк Юрий Исаакович. Динамические системы и управляемые процессы. - М. : Наука, 1978. - 336 с. : ил. - 1.50., 40 экз.
5. Певзнер Л. Д. Теория систем управления / Певзнер Л. Д. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 424 с. - Рекомендовано УМО вузов РФ по образованию в области радиотехники, электроники, биомедицинской техники и автоматизации в качестве учебного

пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки «Управление в технических системах». - Книга из коллекции Лань - Информатика. - ISBN 978-5-8114-1566-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800185&idb=0>.

6. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие для вузов / Первозванский А. А. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 616 с. - Книга из коллекции Лань - Математика. - ISBN 978-5-507-47043-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=863476&idb=0>.

7. Стабилизация перевернутого маятника : учебно-методическое пособие / Бирюков Р. С., Бубнова Е. С., Кадина Е. Ю., Осипов Г. В. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2024. - 72 с. - Рекомендовано методической комиссией института Информационных технологий, математики и механики для студентов ННГУ, обучающихся по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика». - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Физика., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=927250&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Неймарк Юрий Исаакович. Операционные системы исчисления и линейные динамические системы : Учеб. пособие / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та, 1991. - 58 с. - 5000.00., 128 экз.
2. Квакернаак Х. Линейные оптимальные системы управления / пер. с англ. В. А. Васильева, Ю. А. Николаева ; предисл. Б. Н. Петрова. - М. : Мир, 1977. - 650 с. : ил. - 2.73., 1 экз.
3. Андреев Юрий Николаевич. Управление конечномерными линейными объектами. - М. : Наука, 1976. - 424 с. : ил. - 2.06., 1 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- операционные системы семейства Microsoft Windows, – лицензия по подписке Microsoft Imagine;
- комплекс учебных программ «Математические модели в естествознании и технике» 218(2) – разработанных в лаборатории «Динамика и оптимизация» каф. ТУиДС ИИТММ.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки/специальности 01.03.02 - Прикладная математика и информатика.

Автор(ы): Бирюков Руслан Сергеевич, кандидат физико-математических наук
Кадина Елена Юрьевна.

Заведующий кафедрой: Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 25.06.2025, протокол № Протокол №11.