Приложение 4

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 № 15 от 24.12.2025 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

2026 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-4: Способен применять методы математического и компьютерного исследования при анализе задач на основе знаний фундаментальных математических и компьютерных наук	*ПК-4.1: Знает фундаментальные и теоретические основы, необходимые для исследования научных проблем* *ПК-4.2: Умеет самостоятельно применять полученные знания для анализа объекта исследования, определять цели и задачи исследования, а также выбирать корректный метод исследования научной проблемы* *ПК-4.3: Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности, а именно решения научных задач в соответствии с поставленной целью и выбранной методикой*	*ПК-4.1:* *Умеет применять базовые знания естественных наук, математики и информатики;* *Знает методы создания, анализа и исследования математических моделей в естественных науках и технике.* *ПК-4.2:* *Умеет решать математические задачи и проблемы из области методов теории управления, аналогичные ранее изученным;* *Знает основные принципы, факты, понятия, аналитические и численные методы, изучаемые в дисциплине;* *Владеет:* *- терминологией предметной области;* *- принципами построения и выбора эффективных методов построения систем управления;* *- приемами аналитического решения задач из различных разделов методов теории управления и интерпретации результатов* *- навыками интерпретации результатов численного исследования задач*	*Контрольная работа*	*Зачёт:* *Контрольная работа* *Отчет по лабораторным работам* *Экзамен:* *Контрольная работа*

		управления. *ПК-4.3:* *Владеет:* *- навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных исследований* *- навыками проверки адекватности решения поставленной задачи.*		

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	**14**
Часов по учебному плану	**504**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	**88**
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	**120**
- КСР	**5**
самостоятельная работа	**219**
Промежуточная аттестация	**72** **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	17	6	8	14	3
Раздел 2. Операционное исчисление	18	4	10	14	4
Раздел 3. Функциональная модель линейной динамической системы	14	4	6	10	4

«вход-выход»					
Раздел 4. Типовые линейные динамические звенья	20	8	8	16	4
Раздел 5. Системы с дискретным временем	10	2	4	6	4
Раздел 6. Алгебраические критерии устойчивости	16	4	8	12	4
Раздел 7. Частотные критерии устойчивости	12	4	4	8	4
Раздел 8. Метод D-разбиения	46	8	16	24	22
Раздел 9. Управляемость. Разложение Калмана	32	6	4	10	22
Раздел 10. Модальное управление	44	8	14	22	22
Раздел 11. Оптимальное линейно-квадратичное управление	32	6	8	14	18
Раздел 12. Наблюдаемость. Принцип двойственности	28	4	6	10	18
Раздел 13. Наблюдатели. Синтез управления по выходу	28	4	4	8	20
Раздел 14. Линейная оптимальная фильтрация	40	8	8	16	24
Раздел 15. Методы обеспечения обобщенной устойчивости с использованием аппарата линейных матричных неравенств	36	8	6	14	22
Раздел 16. Робастная устойчивость и управление	34	4	6	10	24
Аттестация	72				
КСР	5			5	
Итого	504	88	120	213	219

Содержание разделов и тем дисциплины

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. Операционное исчисление.
Обзорное введение в теорию линейных систем автоматического регулирования. Понятие о символическом описании линейных систем. Начальные представления об операционном исчислении. Операционное исчисление. Преобразование Лапласа и условия его применимости. Вывод основных свойств и типовых соответствий. Обратное преобразование Лапласа. Техника восстановления сигналов по изображению без явного применения обратного преобразования. Примеры: решение дифференциальных уравнений с помощью преобразования Лапласа.
Раздел 3. Функциональная модель линейной динамической системы «вход-выход».
Функциональная модель линейной динамической системы «вход-выход». Линейное динамическое звено. Переходные процессы. Различные способы описания звеньев (система дифференциальных уравнений, переходная, импульсная переходная функции, коэффициент передачи – передаточная функция, частотные характеристики). Годограф. Эквивалентность различных форм описания в общем случае. Информация о линейном динамическом звене, отражаемая различными формами описания. Возможная неэквивалентность исходной и символической (частотной) форм описания при наличии в системе ненаблюдаемой или неуправляемой частей.

Раздел 4. Типовые линейные динамические звенья.
Типовые линейные динамические звенья. Примеры физических реализаций. Обобщенные динамические звенья, матричный коэффициент передачи. Примеры на основе элементов электрических цепей. Двухполюсники, четырехполюсники. Типовое соединение звеньев. Структурные схемы, и их преобразования. Вычисление передаточной функции системы автоматического регулирования.
Примеры: задача об управлении курсом корабля, система прямого регулирования скоростью вращения вала паровой машины. Использование в этих примерах описаний на языке коэффициентов передачи и структурных схем.
Оценка установившихся ошибок при отслеживании типовых сигналов по виду коэффициента передачи. Статические и астатические звенья, условия астатизма нулевого и первого порядков.
Раздел 5. Системы с дискретным временем.
Системы с дискретным временем. Операционное исчисление для систем с дискретным временем. Z-преобразование. Основные свойства. Восстановление последовательностей по Z-изображению. Решение разностных уравнений с помощью Z-преобразования.
Дискретные линейные динамические звенья как модели линейных вычислительных процессов. Цифровая фильтрация, численное дифференцирование и интегрирование. Коэффициент передачи и другие формы описания, включая АФЧХ, АЧХ, ФЧХ.
Раздел 6. Алгебраические критерии устойчивости.
Понятие устойчивости (по Ляпунову, асимптотическая устойчивость). Устойчивость по возмущению входа и начальным условиям. Связь устойчивости с размещением полюсов коэффициента передачи при символическом описании. Функция Ляпунова, матричное неравенство Ляпунова. Анализ проблемы устойчивости с позиций понятия состояния. Формула Коши для линейных неоднородных систем дифференциальных и разностных уравнений.
Устойчивость многочленов. Алгебраические критерии устойчивости (критерий Рауса-Гурвица, λ-τ преобразований, критерий Шура). Пример использования для анализа вычислительной устойчивости численного решения линейного дифференциального уравнения с постоянными коэффициентами.
Раздел 7. Частотные критерии устойчивости.
Критерий Михайлова. Метод Михайлова для определения числа корней полинома, лежащих по разные стороны от мнимой оси или единичной окружности на комплексной плоскости. Критерий Найквиста. Постановка задачи и вывод критерия для систем с непрерывным временем.
Раздел 8. Метод D-разбиения.
Метод D-разбиения. Основная идея метода. Метод D-разбиения по одному параметру, его обоснование. Применение для доказательства критерия Шура.
Метод D-разбиения по двум линейно входящим параметрам по отношению к заданной сопряженно-симметричной области размещения корней (обобщенное понимание устойчивости). Обоснование правил метода. Нормальная часть границы и особые прямые. Штриховка, индексация. Примеры D-разбиения по отношению к левой полуплоскости и единичному кругу.
Раздел 9. Управляемость. Разложение Калмана.
Общий вид линейных системы с управлением по выходу и возможностью шума в канале управления и измерителе (системы могут быть с непрерывным и дискретным временем). Сужение постановки для случая, когда наблюдению доступно состояние системы, а шум отсутствует. Понятие полной управляемости, вывод алгебраического критерия управляемости для стационарных линейных систем с дискретным временем. Обобщение алгебраического критерия управляемости на случай линейных стационарных систем с непрерывным временем.
Невырожденные замены базиса в пространстве состояний. Общая структура системы с управляемой и неуправляемой частями. Подпространства управляемых и неуправляемых состояний. Каноническая форма Фробениуса представления линейной управляемой системы.
Раздел 10. Модальное управление.
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. Корневые методы влияния на качество переходного процесса. Обобщение на случай векторного управления.

Раздел 11. 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. Пример прямого аналитического конструирования регулятора для одномерной динамической системы. Общий случай аналитического конструирования оптимального LQR-регулятора. Вывод соотношений для оптимального регулятора, алгебраическое уравнение Риккати. Существование и единственность положительно определенного решения уравнения Риккати. Обоснование асимптотической устойчивости.

Раздел 12. Наблюдаемость. Принцип двойственности.

Задача о построении регулятора с заданными свойствами по выходу системы. Понятие полной наблюдаемости для линейной динамической системы. Вывод алгебраического критерия полной наблюдаемости для стационарной линейной системы с дискретным временем. Обобщение критерия на случай стационарной линейной системы с непрерывным временем. Общая структура системы с наблюдаемой и ненаблюдаемой частями. Подпространства наблю-даемых и ненаблюдаемых переменных. Наблюдаемость и управляемость – принцип двой-ственности.

Раздел 13. Наблюдатели. 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 14. Линейная оптимальная фильтрация.

Случайные величины и процессы, их характеристики. Фильтр Калмана. Постановка задачи оптимальной фильтрации. Рекуррентное оценивание с минимальной среднеквадратичной ошибкой. Наблюдаемая система с известными входными возмущениями и ненулевым матема-тическим ожиданием начального положения. Экстраполяция и коррекция.

Стохастические оптимальные системы. Стохастическое оптимальное управление и урав-нение Беллмана. Стохастическая оптимальная линейная система при полной информации о состоянии. Стохастическая оптимальная линейная система при неполной информации о состо-янии. Принцип разделения.

Раздел 15. 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 16. Робастная устойчивость и управление.

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

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.

4. 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.

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).

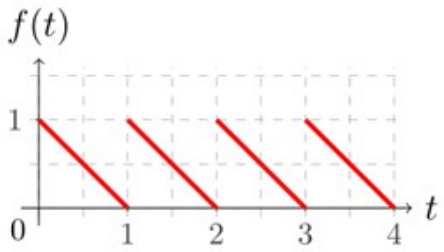
5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

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-4:

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

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

(а) построить D-разбиение плоскости параметров по отношению к левой полуплоскости комплексной плоскости размещения корней, включая расстановку индексации подобластей;

(б) проверить правильность расстановки штриховки одной из особых прямых, используя оценку реальной части производной мигрирующего корня, вычисленной по одному из параметров;

(в) 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.

Оценка	Критерии оценивания
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%.

5.2. 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**				
Знания	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.
Умения	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 несущественными недочетами, выполнены все	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

						задания в полном объеме	
Навыки	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных 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-4

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

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

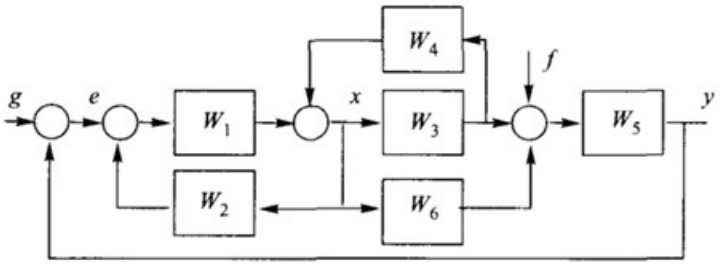
2. Используя критерий Рауса – Гурвица (или Льенара – Шипара), исследовать устойчивость системы управления, заданной уравнением (y — вход, u — выход):

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

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.

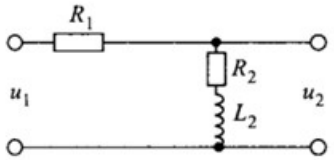


Рис. 1

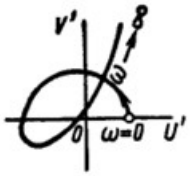


Рис. 2

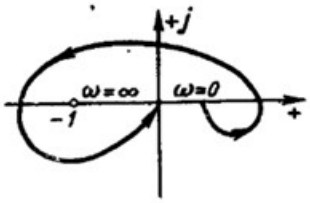


Рис. 3

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-4

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

Оценка	Критерии оценивания
	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-4

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 Нижегор. 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 Нижегор. 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 MicrosoftImagine;
- комплекс учебных программ «Математические модели в естествознании и технике» 218(2) – разработанных в лаборатории «Динамика и оптимизация» каф. ТУиДС ИИТММ; разработка выполнена с использованием лицензионной среды разработки AnyLogic, 218(2).

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
Осипов Григорий Владимирович, доктор физико-математических наук, доцент.

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

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 17.12.2025, протокол № №6.