

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Факультет вычислительной математики и кибернетики

УТВЕРЖДАЮ
декан факультета вычислительной
математики и кибернетики


/И.А. Соколов /
«27» сентября 2022г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Современные компьютерные технологии в теории управления и оптимизации

Уровень высшего образования:

бакалавриат

Направление подготовки / специальность:

01.03.02 "Прикладная математика и информатика" (3++)

Направленность (профиль) ОПОП:

Искусственный интеллект и анализ данных

Форма обучения:

очная

Рассмотрен и утвержден
на заседании Ученого совета факультета ВМК
(протокол №7, от 27 сентября 2022 года)

Москва 2022

1. ФОРМЫ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

В процессе и по завершении изучения дисциплины оценивается формирование у студентов следующих компетенций:

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
Содержание и код компетенции.	Индикатор (показатель) достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с индикаторами достижения компетенций
ПК-7. Способен осуществлять сбор и подготовку данных для систем искусственного интеллекта	ПК-7.1. Осуществляет поиск данных в открытых источниках, специализированных библиотеках и репозиториях ПК-7.2. Выполняет подготовку и разметку структурированных и неструктурированных данных для машинного обучения	Знать: 1. основные современные методы и проблематику организации математических вычислений в программах математического моделирования. Уметь 1. эффективно применять системы математического моделирования для решения прикладных задач теории управления и оптимизации. Владеть: 1. современными технологиями применения вычислительной техники и систем компьютерной математики для компьютерного моделирования и автоматизированного решения типовых задач математической теории управления и оптимизации, 2. методами самостоятельного поиска информации при помощи технической документации, справочных систем и средств поиска в сети Интернет.

1.1. Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем оценки результатов выполнения заданий практических (семинарских) занятий, самостоятельной работы, предусмотренных учебным планом и посещения занятий/активность на занятиях.

В качестве оценочных средств текущего контроля успеваемости предусмотрены:

выполнение заданий на практических (семинарски) занятиях

Примеры задач

1. Решение задачи стабилизации курса корабля с заданным уравнением движения по показаниям приборов. Процесс управления движением корабля описывается следующими уравнениями:

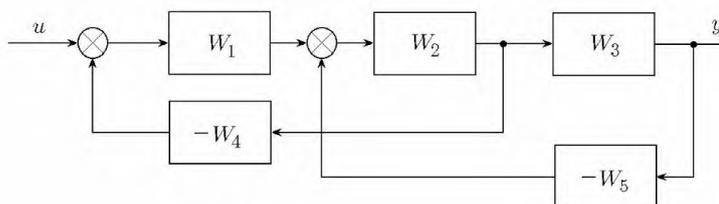
$$\begin{cases} I\ddot{\varphi} + h\dot{\varphi} = -k\psi, \\ T\dot{\psi} + \psi = u. \end{cases}$$

Здесь I — момент инерции корабля относительно вертикальной оси вращения, проходящей через центр масс корабля, ψ — угол отклонения руля от продольной оси лодки, u — управляющий сигнал. $T > 0$, $h > 0$, $k > 0$. Стабилизировать курс корабля ($\varphi = 0$) с помощью обратной связи по состоянию и по выходу.

2. Решение задачи стабилизации динамической системы из двух перевёрнутых маятников на тележке по выходу с анимацией.
3. Исследование свойств замкнутой системы при замыкании линейной отрицательной обратной связью. Подбор коэффициента обратной связи в зависимости от требований к переходной характеристике.
4. Минимизировать $\text{Trace}(X)$ для LMI $A^T X + XA + XBB^T X + Q < 0$, где $A = \begin{pmatrix} -1 & -2 & 1 \\ 3 & 2 & 1 \\ 1 & -2 & -1 \end{pmatrix}$,

$$B = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, Q = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 \\ -1 & -3 & -12 \\ 0 & -12 & -36 \end{pmatrix}.$$

5. Реализация проверки полинома $\alpha(s) = 5s^4 + 4s^3 + 3s^2 + 2s + 1$ на устойчивость при помощи различных критериев устойчивости (критерий Гурвица, критерий Рауса, критерий Михайлова, критерий Эрмита-Билера).
6. Для динамической системы, описываемой передаточной функцией $W(s) = \frac{s-2}{(s+2)(s+1)^2}$ выполнить следующие пункты при помощи MATLAB:
7. задать систему через передаточную функцию;
8. преобразовать к представлению в пространстве состояний;
9. реализовать переход к описанию с помощью обыкновенного дифференциального уравнения с учётом согласования начальных условий;
10. представить систему в Simulink при помощи блоков интеграторов и усилителей, задать начальные условия, наблюдать выходные сигналы при помощи блока-осциллографа Scope;
11. реализовать различные представления системы в Simulink при помощи специальных блоков (State-Space, Transfer Fcn, ...).
12. Найти передаточную функцию системы



13. Для динамического объекта, заданного уравнением $\ddot{y} + 4\dot{y} + 3y = 5\dot{u} + 4u$ реализовать переход к описанию в пространстве состояний с учётом согласования начальных условий.
14. Для динамического объекта, описанного передаточной функцией $W(s) = \frac{s-1}{(s+2)^2(s+1)}$ реализовать следующие задания:
15. найти весовую и переходную функции;
16. найти фазово-частотную и амплитудно-частотную характеристики.
17. Для линейного объекта $\dot{x} = Ax + bu$, $y = cx$, где

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}, b = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}, c = (2 \quad 1)$$

рассчитать управление так, чтобы в замкнутой системе спектр был $\sigma = \{-1, -2, -3, -4\}$.

18. Для линейного объекта с передаточной функцией $W(s) = \frac{s-2}{s^2+2s-3}$ методом полиномиальной стабилизации построить регулятор, обеспечивающий следующий знаменатель замкнутой системы $\varphi(s) = (s+1)^2(s+2)$.
19. Для системы $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 4 & 5 & 3 \\ 0 & -1 & 6 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 0 \\ 3 & -1 \end{pmatrix}, C = (0 \ 1 \ -5)$
20. построить декомпозицию Калмана;
21. построить форму Ассео или Йокоямы;
22. найти индексы управляемости и наблюдаемости.
23. Исследовать на управляемость и наблюдаемость нестационарную систему $A = \begin{pmatrix} t & \sin t \\ 0 & t-2 \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} t \\ 1 \end{pmatrix}, C = (t \ 1)$.
24. Исследовать устойчивость дискретной системы, у которой характеристическое уравнение имеет следующий вид:
 $z^3 - 3z^2 + 2z + 4 = 0$.
25. Реализация проверки робастной устойчивости интервального семейства полиномов $[p](s) = [a_4]s^4 + 2s^3 + [a_2]s^2 + [a_1]s + [a_0]$, где $1 \leq a_4 \leq 2, 2 \leq a_2 \leq 3, 1 \leq a_1 \leq 2, 2 \leq a_0 \leq 3$ (теорема Харитонова).
26. Разработать ПИД-регулятор для объекта, описанного передаточной функцией $W(s) = \frac{1}{(s+1)^3}$.
27. Исследовать положения равновесия линейной автономной системы $\begin{cases} \dot{x} = -x, \\ \dot{y} = 2x - 2y \end{cases}$ и построить её фазовый портрет.

1.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета

В качестве средств, используемых на промежуточной аттестации предусматривается:

Билеты

1.3. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Язык программирования системы MATLAB.
2. Режимы работы в системе MATLAB. Графические возможности системы. GUI-приложения.
3. Матричный подход к вычислениям в системе MATLAB.
4. Пакетная организация системы MATLAB. Основные пакеты.
5. Методы пакета Symbolic Math Toolbox. Вычисления с произвольной точностью. Нахождение аналитических решений.
6. Пакет интервальных вычислений IntLab.
7. Решение линейных матричных неравенств (LMI) с помощью MATLAB.
8. Различные типы представления динамических систем и переходы между ними.
9. Основные функции пакетов Control System Toolbox и Robust Control Toolbox для изучения свойств динамических систем.
10. Графические интерфейсы исследования свойств динамических систем: SISOtool, LTIView и т.д.
11. Проектирование и анализ систем управления при помощи Simulink Control Design.
12. Переходная и весовая характеристики динамической системы. Частотные характеристики динамических систем. Реализация в MATLAB.
13. Критерии устойчивости полиномов и линейных систем. Реализация в MATLAB.
14. Управляемость и наблюдаемость линейных объектов. Реализация в MATLAB.
15. Реализация дискретных систем.
16. Реализация многосвязных систем.
17. Реализация нестационарных систем.
18. Робастная устойчивость полиномов. Метод D-разбиения. Интервальные семейства полиномов. Теорема Харитонова. Радиус устойчивости. Реализация в MATLAB.
19. Реализация модели замкнутой системы управления в Simulink.
20. Построение фазовых портретов и полей градиента.
21. Методы оптимизации в MATLAB.
22. Внешние интерфейсы взаимодействия MATLAB с другими системами программирования. Использование S-функции для анимационной визуализации моделируемого процесса.

2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка	2 (не зачтено)	3 (зачтено)	4 (зачтено)	5 (зачтено)
виды оценочных средств				
Знания (виды оценочных средств: приведены в п. 1.2.)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: приведены в п. 1.2.)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: приведены в п. 1.2..)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач