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 /**

**«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_20\_\_\_г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Наименование дисциплины:**

**Многосвязные и нестационарные системы автоматического управления**

**Уровень высшего образования:**

**бакалавриат**

**Направление подготовки / специальность:**

**01.03.02 «Прикладная математика и информатика» (3++)**

**Направленность (профиль):**

**Математические методы обработки информации и принятия решений**

**Форма обучения:**

**очная**

**Москва 2023**

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 01.03.02, 01.04.02 "Прикладная математика и информатика" программы бакалавриата Утвержден приказом МГУ от 30 августа 2019 года № 1041 (в редакции приказов МГУ от 11 сентября 2019 года № 1109, от 10 июня 2021 года № 609, от 7 октября 2021 года № 1048, от 21 декабря 2021 года № 1404, от 2 ноября 2022 года № 1299)

**1.** Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО.

Дисциплина относится к вариативной части ОПОП ВО.

**2.** Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия (если есть):

Освоение дисциплин «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Дифференциальные уравнения»

**3.** Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников*.*

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины (модуля):

**ПК-1.2**: способен проводить научные исследования по заданным методикам и (или) осуществлять разработки по отдельным разделам (этапам, заданиям) проекта или темы под руководством специалиста более высокой квалификации;

**ПК-2.4**: способен извлекать и представлять в упорядоченном виде актуальную научно-техническую информацию из электронных библиотек, реферативных журналов и т.п.;

Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):

**Знать:**

1.основные понятия и методы теории управления для многосвязных и нестационарных систем.

**Уметь:**

1. решать основные задачи анализа и синтеза для многосвязных и нестационарных управляемых систем.

**Владеть:**

1.методами решения задач анализа и синтеза для многосвязных и нестационарных управляемых систем.

**4.** Формат обучения очный

 **5.** Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., в том числе 72 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 академических часа на самостоятельную работу обучающихся.

**6.** Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),****Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)** | **Всего****(часы**) | В том числе |
| **Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)****Виды контактной работы, часы** | **Самостоятельная работа обучающегося,** **часы**  |
| Занятия лекционного типа\* | Занятия семинарского типа\* | **Всего** |  |
| Тема 1. Описание многосвязных систем | 12 | 4 | 4 | 8 | 4 |
| Тема 2. Канонические формы в пространстве состояний  | 20 | 8 | 6 | 14 | 6 |
| Тема 3. Матричная передаточная функция  | 14 | 6 | 6 | 12 | 2 |
| Контрольная работа по темам 1-3 | 8 | 0 | 2 | 2 | 6 |
| Тема 4. Нули многосвязных систем | 18 | 6 | 6 | 12 | 6 |
| Тема 5. Задачи синтеза систем управления | 18 | 6 | 6 | 12 | 6 |
| Тема 6. Нестационарные системы | 14 | 6 | 4 | 10 | 4 |
| Контрольная работа по темам 4-6 | 4 | 0 | 2 | 2 | 2 |
| Аттестация: экзамен  | 36 |  |  |  | 36 |
| **Итого** | **144** | 36 | 36 | **72** | **72** |

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

 Контрольная работа 1.

 Задание 1. Для системы $A=\left(\begin{matrix}1&-2&3\\4&5&3\\0&-1&6\end{matrix}\right), B=\left(\begin{matrix}1&4\\2&0\\3&-1\end{matrix}\right), C= \left(\begin{matrix}0&1&-5\end{matrix}\right)$

 а) построить декомпозицию Калмана, б) построить форму Ассео или Йокоямы, в) найти индексы управляемости и наблюдаемости.

 Задание 2. Для системы с МПФ $\left(\begin{matrix}\frac{s+2}{s+1}&\frac{s}{\left(s-1\right)(s+3)}\\\frac{1}{s-1}&\frac{s-3}{(s+1)(s+3)}\end{matrix}\right)$

 а) построить форму Смита-Макмиллана, б) указать полюса системы, в) найти размерность реализации.

 Контрольная работа 2.

 Задание 1. Для системы с МПФ $\left(\begin{matrix}\frac{s-2}{s-11}&\frac{s-6}{(s+2)}\\\frac{1}{s-6}&\frac{s-3}{(s+7)(s+3)}\end{matrix}\right)$

 а) найти все нули и указать их тип, б) указать блокируемые сигналы.

 Задание 2. Для системы $A=\left(\begin{matrix}1&0&7\\4&1&3\\3&-1&-1\end{matrix}\right), B=\left(\begin{matrix}0&4\\2&0\\1&1\end{matrix}\right), C= \left(\begin{matrix}2&6&1\end{matrix}\right)$ построить регулятор, обеспечивающий минимальную ошибку слежения за постоянным сигналом.

 Задание 3. Исследовать на управляемость и наблюдаемость нестационарную систему $A= \left(\begin{matrix}t&\sin(t)\\0&t-2\end{matrix}\right), B= \left(\begin{matrix}t\\1\end{matrix}\right), C= \left(\begin{matrix}t&1\end{matrix}\right) $.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Приблизительный список экзаменационных вопросов по курсу.

1. Описание многосвязных динамических систем.
2. Преобразование Лапласа многосвязных систем. Матричная передаточная функция.
3. Понятия управляемости и наблюдаемости для многосвязных систем.
4. Каноническая форма Ассео.
5. Каноническая форма Йокоямы.
6. Декомпозиция Калмана.
7. Управляемость и наблюдаемость в частотной области.
8. Каноническая форма матричной передаточной функции
9. Форма Смита и форма Смита-Макмиллана.
10. Нули и полюса скалярных систем.
11. Нули системы в терминах передаточных функций.
12. Нули системы в терминах пространства состояний.
13. Достижение заданной статической точности интегральной обратной связью.
14. Задача слежения за постоянным сигналом.
15. Лемма о нулевой реакции.
16. Связь передаточных нулей и задачи синтеза системы управления.
17. Нестационарные системы и их описание.
18. Управляемость и наблюдаемость нестационарных систем.
19. Теория Флоке.

|  |
| --- |
| **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине (модулю)**  |
| ОценкаРО исоответствующие виды оценочных средств  | 2 | 3 | 4 | 5 |
| **Знания***(экзамен, устные опросы)* | Отсутствие знаний | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Сформированные систематические знания |
| **Умения***(контрольные работы)*  | Отсутствие умений | В целом успешное, но не систематическое умение | В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера) | Успешное и систематическое умение |
| **Навыки (владения, опыт деятельности)***(контрольные работы, решение индивидуальных задач)*  | 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 |

8. Ресурсное обеспечение:

* Перечень основной и дополнительной литературы,

Основная литература:

1) Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 1. Линейные системы. : Учеб. пособие. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. - 228 с.

2) Емельянов С.В., Коровин С.К., Фомичев В.В., Фурсов А.С. "Задачи и теоремы по теории линейной обратной связи". – М.: Издательский отдел факультета ВМиК МГУ им. М.В.Ломоносова, 2004.

* Описание материально-технического обеспечения.

В процессе чтения курса используется проекционное оборудование для демонстрации результатов компьютерного моделирования систем управления.

9. Язык преподавания: Русский

10. Преподаватель: ассистент кафедры ММП Атамась Е.И.

11. Автор (авторы) программы: Капалин И.В., Атамась Е.И.