

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Беспалов Владимир Александрович Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Должность: Ректор МИЭТ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

Дата подписания: 05.02.2025 12:12:35

«Национальный исследовательский университет

Уникальный программный ключ:

«Московский институт электронной техники»

ef5a4fe6ed0ffdf3f1a49d6ad1b49464dc1bf7354f736d76c8f8bea882b8d602

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

А.Г. Балашов

«05» сентября 2024г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Проблемы автоматизации и управления в микроэлектронной промышленности»

Направление подготовки – 27.04.04 «Управление в технических системах»

Направленность (профиль) – «Проектирование систем управления технологическим оборудованием микроэлектроники»

Москва 2024

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Рабочая программа дисциплины разработана в результате взаимодействия с партнерами по «Передовой инженерной школе» МИЭТ и направлена на опережающую подготовку инженерно-технических кадров отрасли «Электронное машиностроение», создание конкурентоспособного облика электронной промышленности Российской Федерации, развитие научно-технического и кадрового потенциала и реализацию научно-технических решений на основе отечественной элементной базы.

Цель: формирование у студентов системы знаний в области теории робастности, адаптивного управления, методов синтеза регуляторов на основе нечеткой логики, принципов построения интеллектуальных систем управления в микроэлектронной промышленности

Задачами являются:

- Изучение теории робастности, адаптивного управления, методов синтеза регуляторов на основе нечеткой логики, принципов построения интеллектуальных систем управления в микроэлектронной промышленности
- Формирование умения применять теоретические знания к практическим задачам
- Приобретение опыта разработки систем управления технологическими процессами в микроэлектронике на основе теории робастности, адаптивного управления, методов синтеза нечетких регуляторов и интеллектуализации.

Ключевыми понятиями в области дисциплины являются оптимальность и адаптивность. Данные понятия формируют два модуля дисциплины. В каждом модуле дается классификация, техническая и математическая постановки задачи. Рассматриваются и иллюстрируются примеры способы обеспечения оптимального управления и адаптивного подхода к синтезу системы, раскрываются перспективы применения регуляторов, основанных на разном математическом аппарате с учетом специфики технологического оборудования микроэлектроники, обозначаются возможности решения современных проблем теории управления, в том числе, анализируются преимущества применения нечеткой логики и искусственного интеллекта.

1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций образовательных программ:

Компетенции ОП	Подкомпетенции, формируемые в дисциплине	Индикаторы достижения компетенций
ОПК-1. Способен анализировать и выявлять естественнонаучную сущность проблем управления в технических системах на основе	Способен анализировать и выявлять естественнонаучную сущность проблем управления и автоматизации в микроэлектронной	Знает основы теории робастности, адаптивного управления, методы синтеза регуляторов на основе нечеткой логики, принципы построения интеллектуальных систем управления в микроэлектронной промышленности
		Умеет применять основы теории робастности, адаптивного управления,

положений, законов и методов в области естественных наук и математики	промышленности	методы синтеза регуляторов на основе нечеткой логики, принципы построения интеллектуальных систем управления к практическим задачам в области проектирования технологических процессов в микроэлектронной промышленности
		Имеет опыт решения задач в области проектирования технологических процессов в микроэлектронной промышленности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

Входными требованиями к освоению дисциплины является изучение таких дисциплин, как: «Математический анализ», «Теория автоматического управления», «Линейные системы управления», «Нелинейные системы управления», «Моделирование систем управления», общие знания о базовых процессах в микроэлектронике.

В структуре образовательной программы, дисциплина «Проблемы автоматизации и управления в микроэлектронной промышленности» основана на следующих дисциплинах: «Автоматизация технологических процессов в микроэлектронной промышленности», «Технологии искусственного интеллекта в системах управления», «Автоматизированное проектирование систем управления техническими объектами», «Моделирование систем управления сложными технологическими процессами», «Технологии передачи данных в системах управления».

Дисциплина формирует актуальную систему знаний для написания выпускной квалификационной работы – магистерской диссертации.

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Курс	Семестр	Общая трудоёмкость (ЗЕ)	Общая трудоёмкость (часы)	Контактная работа			Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация
				Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
2	3	4	144	32	16	16	44	Экзамен (36)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ и наименование модуля	Контактная работа			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля
	Лекции (часы)	Лабораторные работы (часы)	Практические занятия (часы)		
М1. Оптимальные системы управления в задачах автоматизации технологического оборудования микроэлектроники	16	8	8	21	Входное тестирования
					Тестирование по модулю 1
					Контрольная работа 1
					Защита лабораторных работ 1-2
М2. Адаптивный подход к управлению в системах технологического оборудования	16	8	8	23	Тестирования по модулю 2
					Контрольная работа 2
					Защита лабораторных работ 3-4
					Итоговое тестирование
Всего	32	16	16	44	

4.1. Лекционные занятия

№ модуля дисциплины	№ лекции	Объем занятий (часы)	Краткое содержание
М1	1	2	Вводная лекция. Современные проблемы теории управления: инструменты решения и перспективы. Оптимальные системы управления. Понятие оптимальность. Техническая постановка задачи оптимального управления. Основные методы оптимального управления. Подсистемы технологического оборудования и принципы построения интеллектуальных регуляторов.
	2	2	Синтез оптимального управления Математическая постановка задачи оптимального управления. Методы синтеза оптимальных регуляторов. Условный экстремум. Аналитическая механика и теория оптимального управления
	3	2	Принцип максимума Понтрягина Математическая постановка задачи. Примеры и средства реализации.
	4	2	Динамическое программирование

			Математическая постановка задачи. Примеры и средства реализации.
	5	2	Наблюдатели состояния Классификация. Структурные схемы наблюдателей. Синтез наблюдателя состояния. Дуальность оптимальных наблюдателей и регуляторов. Оптимальные системы с обратной связью по наблюдаемым координатам.
	6	2	Вариационные задачи теории оптимального управления Вариационная задача Майера–Больца оптимизации процессов управления. Необходимые условия оптимизации в вариационных задачах управления
	7	2	Синтез оптимальных непрерывных и цифровых систем с использованием уравнения Риккати Математическая постановка задачи. Примеры применения. Показатели оптимальности процесса.
	8	2	Модальное управление. Математическое описание модального регулятора. Примеры, структурная схема системы с модальным регулятором. Перспективы.
M2	9	2	Введение в адаптивный подход. Понятие адаптивности. Классификация адаптивных систем управления. Условия неопределенности и робастность. Средства реализации адаптивного подхода. Адаптивный нечеткий регулятор. Методы и алгоритмы адаптации.
	10	2	Беспоисковые адаптивные системы прямого адаптивного управления. Техническая и математическая постановка задачи. Структурная схема. Примеры реализации. Синтез контура адаптации. Алгоритм адаптации.
	11	2	Беспоисковые адаптивные системы с настраиваемой и эталонной моделью. Постановка задачи. Синтез контура самонастройки. Составляющие алгоритма адаптации. Неявная эталонная модель.
	12	2	Применение методов идентификации в беспоисковых адаптивных системах Виды и анализ алгоритмов идентификации, идентификация в замкнутом контуре, активный и пассивный эксперименты, виды воздействий, проблемы условия параметрической идентифицируемости
	13	2	Синтез адаптивного регулятора основного контура Формализация объекта управления. Синтез регулятора на основе инвариантности.
	14	2	Адаптивное управление динамическими объектами с чистым запаздыванием Постановка задачи адаптивного управления. Управление

			динамическими системами с чистым запаздыванием . Примеры синтеза устройств управления. Управление температурным режимом жидких сред .
	15	2	Адаптивное управление распределёнными динамическими объектами Управление обжигом клинкера во вращающихся печах. Схема адаптивного управления многомерными объектами
	16	2	Алгоритмы адаптивной перестройки параметров моделей Алгоритмы квадратичных критериев, Подстройка робастных параметров, Простейшие адаптивные алгоритмы.

4.2. Практические занятия

№ модуля дисциплины	№ практического занятия	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
М1	1	2	Решение задач вариационного исчисления с фиксированными границами и фиксированным временем, задачи на условный экстремум.
	2	2	Решение задачи аналитического конструирования регуляторов методом динамического программирования.
	3	2	Решение линейной задачи оптимального управления методом динамического программирования.
	4	2	Решение линейной задачи оптимального управления с помощью принципа максимума.
М2	5	2	Принцип построения систем адаптивного управления невозмущенными объектами.
	6	2	Принцип построения систем адаптивного и робастного управления возмущенными объектами.
	7	2	Синтез адаптивного наблюдателя состояния линейного объекта.
	8	2	Адаптивная компенсация внешнего возмущения.

4.3 Лабораторные работы

№ модуля дисциплины	№ лабораторной работы	Объем занятий (часы)	Наименование занятия
M1	1	4	Синтез оптимальных по быстродействию систем управления с использованием принципа максимума.
	2	4	Синтез оптимального регулятора для объекта с запаздыванием.
M2	3	4	Анализ переходных процессов в системе экстремального регулирования при изменении параметров регулятора.
	4	4	Качество адаптации в самонастраивающейся системе с эталонной моделью.

4.4. Самостоятельная работа студентов

№ модуля дисциплины	Объем занятий (часы)	Вид СРС
1	2	Подготовка к входному тестированию
	3	Текущая проработка теоретического материала
	3	Подготовка к тестированию по модулю 1
	4	Подготовка к практическим занятиям
	2	Подготовка к контрольной работе 1
	7	Подготовка к защите лабораторных работ 1-2
2	3	Текущая проработка теоретического материала
	3	Подготовка к тесту по модулю 2
	4	Подготовка к практическим занятиям
	2	Подготовка к контрольной работе 2
	7	Подготовка к защите лабораторных работ 3-4
	4	Подготовка к итоговому тестированию
Итого	44	

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрены

5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы студентов в составе УМК дисциплины (ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>):

Модуль 1. Оптимальные системы управления в задачах автоматизации технологического оборудования микроэлектроники

1. Теоретический материал по модулю 1.
2. Методические указания для СРС по модулю 1.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 1, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

Модуль 2. Адаптивный подход к управлению в системах технологического оборудования

1. Теоретический материал по модулю 2.
2. Методические указания для СРС по модулю 2.
3. Список литературы.

Методические материалы, перечень литературы, информационных источников для выполнения заданий для самостоятельной работы по тематике модуля 2, требования к выполнению самостоятельной работы и методика её оценивания, а так же отражение результатов выполнения самостоятельной работы в НБС содержатся в разделе «Самостоятельная работа студентов» УМК дисциплины, размещенном на информационном ресурсе <http://orioks.miet.ru/>

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Бобцов А.А., Никифоров В.О., Пыркин А.А., Слита О.В., Ушаков А.В. Методы адаптивного и робастного управления нелинейными объектами в приборостроении: учебное пособие для высших учебных заведений. – СПб: НИУ ИТМО, 2013. — 277 с.
2. Певзнер Л.Д. Теория систем управления. Уч. пособие. — СПб.: Лань, 2013. — 424 с.
3. Деменков Н.П. Управление в технических системах: учебник / Н.П. Деменков, Е.А. Микрин — Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017. — 452 с.

Дополнительная литература

1. Александровский Н.М. Адаптивные системы управления сложными технологическими процессами / Н.М. Александровский, С.В. Егоров, Р.Е. Кузин. — Москва: Энергия, 1973. — 272 с.
2. Соболев О.С. Методы исследования линейных многосвязных систем / О.С. Соболев. — Москва : Энергия, 1985. — 120 с.

3. Солодовников В.В. Расчет и проектирование аналитических самонастраивающихся систем с эталонными моделями / В.В. Солодовников, Л.С. Шрамко. — Москва : Машиностроение, 1972. — 270 с.

Нормативная литература

1. ГОСТ Р 57412— 2017. Компьютерные модели в процессах разработки, производства и эксплуатации изделий: Межгосударственный стандарт : утвержден и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 марта 2017 г. № 110-ст 1 - URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293747/4293747283.pdf>

Периодические издания

1. Электронные информационные системы: научно-технический журнал
2. Вестник Вузов: Электроника: научно-технический журнал
3. IEEE TRANSACTIONS ON AUTOMATIC CONTROL [Текст] . - USA : IEEE, [б.г.]. —URL: <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=9>.

7. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

1. IEEE/IET Electronic Library (IEL) = IEEE Xplore : Электронная библиотека. - USA; UK, 1998 - . - URL: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp> (дата обращения : 29.05.2024). - Режим доступа: из локальной сети НИУ МИЭТ в рамках проекта "Национальная подписка". - Текст : электронный.
2. Лань : Электронно-библиотечная система Издательства Лань. - СПб., 2011-. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.06.2024). - Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
3. Юрайт : Электронно-библиотечная система : образовательная платформа. - Москва, 2013 - . - URL: <https://urait.ru/> (дата обращения : 15.07.2024); Режим доступа: для авторизованных пользователей МИЭТ.
4. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. — Москва, 2000. — URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 15.07.2024). — Режим доступа: для зарегистрированных пользователей.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе реализации дисциплины используется **смешанное обучение**, в основе которого лежит интеграция технологий традиционного и электронного обучения, в частности за счет взаимодействия со студентами в электронной образовательной среде, для обеспечения которого используются сервисы обратной связи раздел ОРИОКС «Домашние задания», электронная почта, сервисы видеоконференцсвязи и социальные сети.

Освоение образовательной программы обеспечивается ресурсами электронной информационно-образовательной среды ОРИОКС: в рамках данной дисциплины на платформе Moodle создана группа тестов, реализующих он-лайн тестирование входного,

текущего и выходного контроля достижения индикаторов компетенции, в том числе при отсутствии студента на аудиторном занятии.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Перечень программного обеспечения
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows, пакеты прикладных программ Matlab, пакет прикладных математических программ Scilab, система компьютерной алгебры Maxima или Mathcad
Помещение для самостоятельной работы обучающихся	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в ОРИОКС	Операционная система Windows, пакеты прикладных программ Matlab, пакет прикладных математических программ Scilab, система компьютерной алгебры Maxima или Mathcad

10. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕРКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ/ПОДКОМПЕТЕНЦИЙ

ФОС по подкомпетенции ОПК-1. ПАиУвМП «Способен анализировать и выявлять естественнонаучную сущность проблем управления и автоматизации в микроэлектронной промышленности» представлен отдельным документом и размещен в составе УМК дисциплины электронной информационной образовательной среды ОРИОКС// URL: <http://orioks.miet.ru/>

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

11.1. Особенности организации процесса обучения

Дисциплина «Проблемы автоматизации и управления в микроэлектронной промышленности» служит для формирования компетенции для постановки и решения актуальных задач в области автоматизации и управления технологическим оборудованием микроэлектронной промышленности

Студенты, изучающие дисциплину, обязаны:

–посетить лекции по предмету;

–выполнить группу тестовых заданий (входное тестирование, тесты по модулям 1 и 2, итоговое тестирование)

–посетить практические занятия;

–выполнить контрольные работы 1 и 2;

–выполнить лабораторные работы, подготовить и защитить отчет;

–принять участие в дискуссиях во время практических занятий.

В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекции дают представление о методах анализа и синтеза оптимальных систем управления и адаптивном подходе как методе обеспечения робастности в условиях неопределенности.

В программе предусмотрены практические занятия, проводимые с целью закрепления и конкретизации изученного теоретического материала и аналитические практические занятия, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов.

В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

По завершению изучения дисциплины предусмотрена промежуточная аттестация в виде экзамена.

11.2. Система контроля и оценивания

Для оценки успеваемости студентов по дисциплине используется накопительная балльная система (НБС).

Баллами оцениваются: выполнение каждого контрольного мероприятия в семестре (в сумме максимум 60 баллов), и экзамена (максимум 40 баллов). По сумме баллов выставляется итоговая оценка по предмету.

При выставлении итоговой оценки, используется шкала, приведенная ниже в таблице.

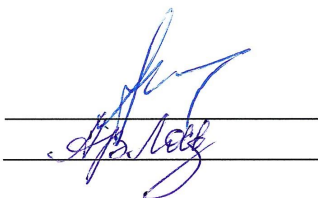
Сумма баллов	Оценка
Менее 50	2
50 – 69	3
70 – 85	4
86 – 100	5

Структура и график контрольных мероприятий доступны в системе ОРИОКС <http://orioks.miet.ru/>.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Профессор Института МПСУ, д.т.н.,
профессор

Ассистент Института МПСУ



А.В. Шагин

А.В. Лось

Рабочая программа дисциплины «Проблемы автоматизации и управления в микроэлектронной промышленности» по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», направленности (профилю) «Проектирование систем управления технологическим оборудованием микроэлектроники» разработана в Институте МПСУ и утверждена на заседании УС Института МПСУ «30 августа» 2024 года, протокол № 13.

Директор Института МПСУ, д.т.н. _____

А.Л. Переверзев

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа согласована с дирекцией «Передовой инженерной школы»

Зам. директора ПИШ _____

Н.Ю. Соколова

Рабочая программа согласована с Центром подготовки к аккредитации и независимой оценки качества

Начальник АНОК _____

И.М. Никулина

Рабочая программа согласована с библиотекой МИЭТ

Директор библиотеки _____

Т.П. Филиппова