

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор, проректор
по УР

_____ А.Е. Рудин

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.01

Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем
управления

Учебный план: 2025-2026 15.03.04 ИИТА АТПиУвМПК ОО №1-1-149.plx

Кафедра: **1** Автоматизации производственных процессов

Направление подготовки:
(специальность) 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки:
(специализация) Автоматизация технологических процессов и управления в
многоотраслевых производственных комплексах

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	32	32	79,75	0,25	4	Зачет
	РПД	32	32	79,75	0,25	4	
Итого	УП	32	32	79,75	0,25	4	
	РПД	32	32	79,75	0,25	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденным приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

Энтин Виталий Яковлевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
производственных процессов

Энтин Виталий Яковлевич

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Энтин Виталий Яковлевич

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области теории и практики проектирования систем управления с использованием прикладных методов параметрического синтеза и оптимизации.

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть основные направления профессиональной деятельности в области проектирования систем автоматизации технологических параметров с использованием современных информационных технологий и с учетом требований современного производства;

Рассмотреть современные методы параметрического синтеза систем автоматизации технологических процессов с использованием компьютерных технологий

Рассмотреть методы анализа качества синтезированных систем на основе численного моделирования технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования.

Разработать алгоритмическое и программное обеспечение для параметрической оптимизации с помощью метода случайно- направленного поиска оптимальных значений для управляющих параметров.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Программирование и алгоритмизация

Физика

Метрология, стандартизация и сертификация

Основы проектной деятельности

Прикладная механика

Теоретическая механика

Технологические процессы автоматизированных производств

Компьютерная графика систем автоматизации

Конструкционные материалы в системах автоматизации

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен выполнить техническое задание на разработку автоматизированной системы управления технологическими процессами						
Знать: - цель и методы решения задач синтеза и оптимизации для выполнения требований технического задания на проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом						
Уметь: - математически формулировать и решать на ЭВМ задачи параметрического синтеза и оптимизации показателей качества проектируемых систем для выполнения требований технического задания на разработку автоматизированных систем управления технологическими процессами.						
Владеть: навыками составления математических моделей технологических систем, составления схем и алгоритмов для автоматизации расчетов, а также навыками работы со справочной литературой, обеспечивающей выбор элементов и их параметров для задач синтеза при проектировании автоматизированных систем управления технологическими объектами.						

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)			
Раздел 1. Теория задачи параметрического синтеза САР	5					О
Тема 1. Основные сведения об информационной подготовке для постановки задачи проектирования системы регулирования параметров технологических процессов. Практическое занятие - Построение замкнутых расчетных схем, для решения задач параметрического синтеза		2	2	13,75		
Тема 2. Синтез САР на ЭВМ. Методы решения. Практическое занятие - Получение математических моделей объектов и систем управления		4	4	12	ГД	

Раздел 2. Практика решения задач синтеза					
Тема 3. Применение корневых методов анализа для решения задач синтеза САР. Практическое занятие - Построение областей устойчивости и расчет быстродействия синтезируемых систем	6	6	10		О
Тема 4. Синтез САР на основе метода эффективных полюсов и нулей. Практическое занятие - Применение алгоритмов МЭПН для построения рабочей области	6	6	12	ГД	
Тема 5. Аналитическое проектирование системы регулирования давления газа в емкости, Практическое занятие - Разработка структурной схемы системы и расчет энергетических характеристик для исполнительных элементов регулятора.	6	6	10		
Раздел 3. Параметрическая оптимизация					О
Тема 6. Параметрическая оптимизация в задачах проектирования САР. Практическое занятие - Составление алгоритмов для построения программ случайно-направленного поиска в задаче оптимизации запаса устойчивости синтезируемой системы.	4	4	12		
Тема 7. Разработка алгоритмов автоматизации решения задач проектирования систем регулирования технологических параметров. Практическое занятие - . Применение алгоритмов МЭПН для автоматизации решения задачи параметрического синтеза	4	4	10	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	32	32	79,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25				
Всего контактная работа и СР по дисциплине		64,25	79,75		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ПК-1	Излагает теорию задачи параметрический синтез САР Формирует структуры систем автоматизации. Определяет цели и методы параметрического синтеза. Получает математические описания динамики САР. Применяет корневые и частотные критерии оценки качества проектируемых систем	Вопросы для устного собеседования. Практико-ориентированные задания

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	При оценивании знаний семестрового материала по дисциплине студент продемонстрировал знание предмета, Вполне ориентируется по всем темам предмета и способен после непродолжительной подготовки продемонстрировать достаточные знания по теме. Учитываются пропуски занятий и состояние конспекта лекций.	

Не зачтено	При оценивании знаний семестрового материала по дисциплине студент не может ответить ни на один вопрос, характеризующий общее содержание предмета. Демонстрирует непонимание принципов и законов, на основе которых сформированы автоматизированные и автоматические системы	
------------	--	--

5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 5	
1	1. Принципы построения систем управления. Определение САР;
2	2. Требования, предъявляемые к процессам и системам регулирования;
3	3. Программы и алгоритмы управления;
4	4. Передаточные функции САР;
5	5. Преобразования структурных схем;
6	6. Алгебраический и частотные критерии устойчивости;
7	7. Корневые показатели качества;
8	8. Частотные показатели качества;
9	Постановка задачи синтеза САР;
10	10. Исходная предпосылка МЭПН.

5.2.2 Типовые тестовые задания

- Синтез технических систем нацелен на:
 - анализ качества функционирующих вариантов систем;
 - создание новых систем;
 - удешевление технологий производства;
- Задачей анализа при синтезе САР является:
 - оценка стоимости новой системы;
 - оценка качества переходного процесса;
 - оценка сложности оборудования;
- Какой вариант переходного процесса соответствует годографу кривой Михайлова, проходящему через начало системы координат комплексной плоскости:
 - колебательный и затухающий;
 - колебательный с постоянной амплитудой;
 - расходящийся;
- Система, у которой на установившемся режиме регулируемая величина отлична от нуля и по величине пропорциональна действующему возмущению является:
 - астатической;
 - статической;
 - следящей;
- Какой элемент не входит в исполнительный механизм САР:
 - двигатель;
 - усилитель;
 - редуктор;
- Какой параметр изменяется при выполнении параметрической оптимизации:
 - коэффициент передачи объекта управления;
 - коэффициент усиления;
 - амплитуда входного сигнала;

Ключи правильных ответов: правильные ответы всегда вторые, т.е. отмеченные буквой "б"

5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

- Получить выражения для передаточных функций САР, если передаточные функции объекта управления и регулятора являются аperiodическим и интегрирующим звеньями;
- Подобрать коэффициенты для характеристического уравнения устойчивой системы;
- Определить время переходного процесса для системы у которой показатель степени устойчивости равен 1.5;
- Определить статическую ошибку для системы у которой передаточные функции регулятора и объекта управления являются аperiodическими звеньями с коэффициентами передачи $K_{рег}=10$ и $K_{об}=2$. Внешние воздействия $f(t)=0$ и $g(t)=1(t)$;
- Построить логарифмическую характеристику для аperiodического звена первого порядка, у которого $T=0.1$ с., и $k=100$.
- Заданы коэффициенты характеристического уравнения: $A_0=1$; $A_1=2$; $A_2=3$; $A_3=5$; $A_4=10$. Записать характеристическое уравнение и подготовить его к построению кривой Михайлова.

5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На подготовку к зачету выделяется 30 минут

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Энтин В.Я.	Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем управления	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202172
Ковалёв, Д. А., Шаряков, В. А., Шарякова, О. Л.	Теория автоматического управления	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2020	https://www.iprbooks.hop.ru/118417.html
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Упражнения, задачи, тесты	СПб.: СПбГУПТД	2016	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3465
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Маежов Е. Г., Иванов В. Ю., Энтин В. Я.	Вычислительные машины, системы и сети	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201771
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Линейные системы автоматического регулирования	СПб.: СПбГУПТД	2013	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1996
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Синтез систем автоматического регулирования технологических процессов	СПб.: СПбГУПТД	2017	http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017702

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Информационные ресурсы сети «Интернет» <http://publish.sutd.ru/>,
2. Электронная библиотека СПГУПТД и IPR Books.

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MATLAB

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска