

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«28» 06 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.01**

Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем управления

Учебный план: 2022-2023 15.03.04 ИИТА АТПиУвМПК ОО №1-1-149.plx

Кафедра: **1** Автоматизации производственных процессов

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

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

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоёмкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
5	УП	34	34	75,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34	34	75,75	0,25	4	
Итого	УП	34	34	75,75	0,25	4	
	РПД	34	34	75,75	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, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Энтин Виталий  
Яковлевич

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой  
производственных процессов

автоматизации

\_\_\_\_\_

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

<b>ПК-1: Способен выполнить техническое задание на разработку автоматизированной системы управления технологическими процессами</b>
<b>Знать:</b> - цель и методы решения задач синтеза и оптимизации для выполнения требований технического задания на проектирование автоматизированной системы управления технологическим процессом
<b>Уметь:</b> - 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.
<b>Владеть:</b> 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					
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		4	4	9,75		О

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		
Тема 4. Синтез САР на основе метода эффективных полюсов и нулей. Практическое занятие - Применение алгоритмов МЭПН для построения рабочей области	6	6	12	ГД	О
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					
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		О
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)	34	34	75,75		

Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25			
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	<b>68,25</b>	<b>75,75</b>		

#### 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	9. Постановка задачи синтеза САР;
10	10. Исходная предпосылка МЭПН.

#### 5.2.2 Типовые тестовые задания

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

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Получить выражения для передаточных функций САР, если передаточные функции объекта управления и регулятора являются апериодическим и интегрирующим звеньями;
2. Подобрать коэффициенты для характеристического уравнения устойчивой системы;
3. Определить время переходного процесса для системы у которой показатель степени устойчивости равен 1.5;
4. Определить статическую ошибку для системы у которой передаточные функции регулятора и объекта управления являются апериодическими звеньями с коэффициентами передачи  $K_{рег}=10$  и  $K_{об}=2$ . Внешние воздействия  $f(t)=0$  и  $g(t)=1(t)$ ;
5. Построить логарифмическую характеристику для апериодического звена первого порядка, у которого  $T=0.1$  с., и  $k=100$ .
6. 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
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Энтин В.Я.	Синтез и оптимизация в задачах проектирования систем управления	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2021	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202172">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=202172</a>
Ковалёв, Д. А., Шаряков, В. А., Шарякова, О. Л.	Теория автоматического управления	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2020	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/118417.html">https://www.iprbooks.hop.ru/118417.html</a>

Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Упражнения, задачи, тесты	СПб.: СПбГУПТД	2016	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3465">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=3465</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Синтез систем автоматического регулирования технологических процессов	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017702">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017702</a>
Энтин В. Я.	Теория автоматического управления. Линейные системы автоматического регулирования	СПб.: СПбГУПТД	2013	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1996">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1996</a>
Маежов Е. Г., Иванов В. Ю., Энтин В. Я.	Вычислительные машины, системы и сети	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201771">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=201771</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

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

## 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