

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

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 ЗАО №1-3-149plx

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: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
3	УП	8	8	124	4	4	Зачет
	РПД	8	8	124	4	4	
Итого	УП	8	8	124	4	4	
	РПД	8	8	124	4	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 Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

От кафедры составителя: \_\_\_\_\_ Энтин Виталий Яковлевич  
Заведующий кафедрой автоматизации  
производственных процессов

От выпускающей кафедры: \_\_\_\_\_ Энтин Виталий Яковлевич  
Заведующий кафедрой

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:

Физика

Теоретическая механика

Компьютерная графика систем автоматизации

Конструкционные материалы в системах автоматизации

Прикладная механика

Технологические процессы автоматизированных производств

Математика

Метрология, стандартизация и сертификация

Программирование и алгоритмизация

## 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
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Теория задачи параметрического синтеза САР	3				
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	20	
Тема 2. Синтез САР на ЭВМ. Методы решения. Практическое занятие - Получение математических моделей объектов и систем управления.		4	4	20	ГД
Раздел 2. Практика решения задач синтеза					

Тема 3. Применение корневых методов анализа для решения задач синтеза САР			15	
Тема 4. Синтез САР на основе метода эффективных полюсов и нулей			15	
Тема 5. Аналитическое проектирование системы регулирования давления газа в емкости		24	ГД	
Раздел 3. Параметрическая оптимизация				
Тема 6. Параметрическая оптимизация в задачах проектирования САР			15	
Тема 7. Разработка алгоритмов автоматизации решения задач проектирования систем регулирования технологических параметров.			15	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	8	8	124	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		16,25	124	

#### 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. Тестирование. 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 ответил 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	
	Курс 3	
1	Принципы построения систем управления. Определение САР;	
2	Требования, предъявляемые к процессам и системам регулирования;	
3	Программы и алгоритмы управления;	
4	Передаточные функции САР;	
5	Преобразования структурных схем;	
6	Алгебраический и частотные критерии устойчивости;	

7	Корневые показатели качества:
8	Частотные показатели качества;
9	Постановка задачи синтеза САР;
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  $K_{reg}=10$  и  $K_{ou}=2$ . Внешние воздействия  $f(t)=0$  и  $g(t)=1(t)$ ;
5. Построить логарифмическую характеристику для апериодического звена первого порядка, у которого  $T=0.1c.$ , 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 Основная учебная литература</b>				
Ковалев Д.А., Шаряков В.А., Шарякова О.Л.	Теория автоматического управления	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20205069">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20205069</a>
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>
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>
Маежков, Е. Г., Иванов, В. Ю., Энтин, В. Я.	Вычислительные машины, системы и сети	Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна	2017	<a href="https://www.iprbooks.com.ru/102609.html">https://www.iprbooks.com.ru/102609.html</a>

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

- Информационные ресурсы сети «Интернет» <http://publish.sutd.ru/>
- Электронная библиотека СПбГУПТД, 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