

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 ОО №1-1-149plx

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: 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, утверждённым 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. | | 2 | 2 | 13,75 | | |
| Практическое занятие - Построение замкнутых расчетных схем, для решения задач параметрического синтеза | | | | | | |
| Тема 2. Синтез САР на ЭВМ. Методы решения. | | 4 | 4 | 12 | ГД | |
| Практическое занятие - Получение математических моделей объектов и систем управления | | | | | | |

| | | | | | |
|---|----|-------|-------|----|---|
| 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 и расчет энергетических характеристик для исполнительных элементов регулятора. | 6 | 6 | 10 | | |
| Раздел 3. Параметрическая оптимизация | | | | | |
| 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) | 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 | 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 звенями;
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 $K_{obj}=2$. Внешние воздействия $f(t)=0$ и $g(t)=1(t)$;
5. Построить логарифмическую характеристику для апериодического звена первого порядка, у которого $T=0.1\text{с.}$, 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 | <input type="checkbox"/> | + | <input type="checkbox"/> | Письменная | <input type="checkbox"/> | Компьютерное тестирование | <input type="checkbox"/> | Иная | <input type="checkbox"/> |
|--------|--------------------------|---|--------------------------|------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|------|--------------------------|

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 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 | | | | |
| Маеков 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

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

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 |