

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

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.03

Моделирование объектов управления

Учебный план: _____ ФГОС3++z150304Ц-3_24-15.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

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

Профиль подготовки: _____
(специализация) Цифровизация производства

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	10	153	9	5	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	8	10	153	9	5	
Итого	УП	8	10	153	9	5	
	РПД	8	10	153	9	5	

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):

Кандидат технических наук, доцент

Шаряков В.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Развитие профессиональной компетенции в области моделирования систем и процессов, необходимых для исследования и проектирования систем и средств автоматизации и управления

1.2 Задачи дисциплины:

Основными задачами дисциплины является формирование у студентов практических навыков моделирования систем и процессов с использованием современных специализированных программ.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Теория автоматического управления

Электротехника и электроника

Математика

Информационные технологии

Информационные технологии в управлении и цифровизации

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-1: Способен контролировать эксплуатацию средств автоматизации и моделировать процессы автоматизированных систем

Знать: Нормы организационного, материального и документационного обеспечения технологических процессов, методы моделирования объектов управления автоматизированных систем.
--

Уметь: Разрабатывать модели объектов управления автоматизированных систем для реальных технологических процессов.
--

Владеть: Навыками разработки и реализации моделей объектов автоматизации с использованием специальных программных средств.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	
Раздел 1. Предмет и задачи курса. Моделирование объектов управления. Основные понятия, задачи и этапы	3			
Тема 1. Понятие технологического процесса как объекта управления Классификация моделей объекта управления.		0,25	0,25	4
Тема 2. Понятие математической модели. Методы определения математических моделей.		0,25	0,25	4
Тема 3. Представления математических моделей. Алгоритмическая форма, графическая форма, цифровая форма.		0,25	0,25	4
Раздел 2. Построение математических моделей технологических процессов				
Тема 4. Виды систем управления. Разомкнутые, замкнутые, одноконтурные, многоуровневые, подчиненного (каскадного) системы управления		0,5	0,25	8
Тема 5. Понятие замкнутого контура системы автоматического управления параметром. Разомкнутые, замкнутые, одноконтурные, многоуровневые, подчиненного (каскадного) системы управления.		0,5	0,25	8
Тема 6. Экспериментальные способы получения параметров математических моделей. Определение передаточной функции объекта управления системы		0,25	0,25	8
Тема 7. Определение передаточных функций основных элементов замкнутого контура автоматического управления. Измерительных устройств, регулирующих органов, направляющих аппаратов, частотных преобразователей, исполнительных механизмов		0,25	1	10
Раздел 3. Пакет программ Моделирования MATLAB-Script				

Тема 8. Построение математических моделей системы автоматического управления. Контур управления: давления паром за барабаном, разрежением в верхней части топки, температуры перегретого пара, уровня воды в баке котла		1	1,5	15
Тема 9. Синтез систем автоматического регулирования. Контур управления: давления паром за барабаном, разрежением в верхней части топки, температуры перегретого пара, уровня воды в баке котла		1	1	15
Тема 10. Исследование систем автоматического регулирования. Контур управления: давления паром за барабаном, разрежением в верхней части топки, температуры перегретого пара, уровня воды в баке котла		1	1	15
Тема 11. Оценка правильности математической модели.		1	1	14
Раздел 4. Пакет программ Моделирования MATLAB-Simulink				
Тема 12. Системы автоматического управления мощностью энергоблока с неравномерностью при изменении общей нагрузки энергосистемы. Построение имитационной модели Синтез системы Исследование системы Оценка правильности математической модели		0,75	1	16
Тема 13. Система регулирования содержания кислорода в уходящих газах и система регулирования разрежения в верхней части топки котла. Построение имитационной модели Синтез системы Исследование системы Оценка правильности математической модели		0,5	1	16
Тема 14. Система регулирования температуры за переходной зоной у прямоточных котлов. Построение имитационной модели Синтез системы Исследование системы Оценка правильности математической модели		0,5	1	16
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		8	10	153
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		2,5		6,5
Всего контактная работа и СР по дисциплине		20,5		159,5

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Целью и задачами курсовой работы является закрепление знаний по построению, синтезу и математическому моделированию современных систем автоматизации оборудования.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Курсовая работа выполняется с использованием программы MatLab Script/Simulink.

1. «Разработка системы автоматического регулирования управления давлением пара за барабаном».
2. «Разработка системы автоматического регулирования разрежением в верхней части топки».
3. «Разработка системы автоматического регулирования температурой перегретого пара».
4. «Разработка системы автоматического регулирования уровня воды в барабане котла».

4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Курсовая работа представляется в виде пояснительной записки объемом 10-15 листов отпечатанного текста и графической части, содержащая следующие обязательные элементы: функциональная схема САУ параметром, структурно-аналитическая схема САУ, имитационные модели и результаты моделирования. Графическая часть может быть выполнена на формате А3 или А4 и вложена в пояснительную записку в качестве приложения.

Курсовая работа выполняется индивидуально с использованием компьютера и оргтехники.

Курсовая работа содержит следующие разделы.

Введение

Здесь необходимо дать общую характеристику предложенной САУ.

Построение математической модели системы автоматического управления параметром

В этом разделе следует:

- Представить функциональную схему САУ параметром в объекте управления;
- Построить алгоритмическую схему САУ параметром;
- Определить передаточные функции элементов оборудования САУ.
- Выбрать необходимое оборудование САУ, используя открытые источники и интернет.
- Определить передаточные функции оборудования, входящих в контур регулирования.
- Построить имитационную модель замкнутого контура регулирования параметром.

Произвести параметрический синтез системы

В этом разделе следует:

- Выбрать регулятор
- Определить передаточную функцию разомкнутой системы
- Определить настройки регулятора

Математическое моделирование работы системы

В этом разделе следует:

- Построить математическую модель
- Выполнить моделирование работы модели
- Произвести дать оценку полученным результатам моделирования.

Заключение

Основные результаты курсовой работы.

Список литературы

На все позиции списка литературы должна быть ссылка в тексте пояснительной записки курсовой работы.

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-1	Демонстрирует знание аналитических и экспериментальных методов разработки математических моделей систем автоматического управления, методов их анализа и синтеза; Способен выбирать структуру системы автоматического управления и рассчитывать ее элементы, обеспечивающие выполнение требований к качеству управления конкретными объектами автоматизации; Владеет стандартными методами проектирования с использованием моделирования систем и процессов.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных законов и критериев,	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с

	свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет широкую эрудицию в использовании учебного материала. Ответ должен быть дан на правильном, литературном русском языке. Демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения.	источниками. Качество исполнения всех элементов работы соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Полученные результаты представлены на основании изучения и анализа исследуемого процесса. Даны исчерпывающие выводы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных законов и критериев, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя. Способен применять теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные незначительные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место отступления от правил оформления работы или нарушены сроки представления работы к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать законы и критерии, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество принципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. Демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа. Допускает незначительные погрешности при решении поставленной задачи.	Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные законы и критерии; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания. Неуверенно, с большими затруднениями и существенными ошибками выполняет практические задания.	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Определить передаточные функции объекта управления по экспериментальным данным. Объект управления вида аperiodическое звено первого порядка с запаздыванием
2	Определить передаточные функции средств автоматизации (исполнительных механизмов, регулирующих устройств, измерительных приборов)
3	Построить одноконтурную систему управления регулируемым параметром
4	Построить двухконтурную систему управления регулируемым параметром
5	Провести синтез системы управления регулируемым параметром система содержит интегрирующее звено и несколько аperiodических звеньев
6	Провести синтез системы управления регулируемым параметром. Система содержит несколько аperiodических звеньев
7	Провести синтез системы управления регулируемым параметром. Система содержит интегрирующее звено и несколько аperiodических звеньев. Преобладающим является возмущающее воздействие
8	Провести синтез системы управления регулируемым параметром. Система содержит несколько аperiodических звеньев
9	Провести синтез системы управления регулируемым параметром. Система содержит несколько аperiodических звеньев. Преобладающим является возмущающее воздействие
10	Построить структурную схему простого объекта управления
11	Построить структурную схему одномерного, многомерного и многомерного технологического процесса с обобщенными входными величинами и параметрами, описывающими условия протекания процесса
12	Привести классификация моделей объектов по степени определения взаимосвязей между входной и выходной переменной
13	Привести классификацию промышленных объектов управления
14	Представить основные составляющие технологического процесса
15	Дать понятия входа, выхода и состояния динамического процесса
16	Виды экспериментов для определения параметров математических моделей
17	Обобщенный замкнутый контур управления
18	Правила выполнения пассивного и активного эксперимента
19	Определить передаточные функции объекта управления по экспериментальным данным. Объект управления вида интегрирующее звено первого порядка с запаздыванием

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Изобразить структурную схему математической модели для одного из выходных параметров объекта управления технологического процесса.
2. На приведенной структурной схеме модели указать каналы возмущающих воздействий и управляющего воздействия.
3. На приведенной структурной схеме модели указать канал основного возмущающего воздействия.
4. Привести вид передаточных функций по каналам структуры математической модели процесса.
5. Составить уравнения материального и теплового балансов технологического процесса.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 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»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☒ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Время на подготовку ответа на экзамене - 30 минут;
- Время, отводимое на защиту курсовой работы, не должно превышать 15 мин, включая краткий доклад по результатам курсовой работы и ответы на вопросы;
- Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Схиртладзе, А. Г., Федотов, А. В., Хомченко, В. Г.	Автоматизация технологических процессов и производств	Саратов: Вузовское образование	2015	https://www.iprbooks.hop.ru/37830.html
Д.А. Ковалев, В.А. Шаряков, Шарякова О.Л.	Теория автоматического управления: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Вышш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1590531617.pdf
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Кудряшов, В. С., Алексеев, М. В.	Моделирование систем	Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий	2012	https://www.iprbooks.hop.ru/27320.html
Гурова, Е. Г.	Моделирование электротехнических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	https://www.iprbooks.hop.ru/44966.html
В.Н. Суриков, Г.П. Буйлов	Автоматизация технологических процессов и производств [Текст]: учебно-методическое пособие по курсовому проектированию	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/7.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
Энциклопедия АСУ ТП [Электронный ресурс]. URL: <https://bookasutp.ru>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows 8

Microsoft Office Professional 2013

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

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