

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.08

Математическое моделирование автоматизированных и цифровых производств

Учебный план: ФГОС3++b150304Ц-1_22-14.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: очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
7	УП	17	34	57	36	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	17	34	57	36	4	
Итого	УП	17	34	57	36	4	
	РПД	17	34	57	36	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):

старший преподаватель

Игнатьева Т. Ю.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой автоматизации
технологических процессов и производств

Ковалев Д.А.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области знаний, необходимых для разработки и применения математических моделей технологических процессов и производств с использованием современных информационных технологий.

1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть основы построения математических моделей технологических процессов и производств.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

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

Теплотехника

Производственная практика, технологическая (проектно-технологическая) практика

Теория автоматического управления

Метрология, стандартизация и сертификация

Моделирование объектов управления

Программирование и алгоритмизация

Технологические измерения и приборы

Технологические процессы автоматизированных производств

Учебная практика, ознакомительная практика

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Знать: современные характеристики и способы реализации технологических процессов.
--

Уметь: выполнять математическое моделирование технологических процессов по заданным методикам с обработкой и анализом их результатов.
--

Владеть: навыками разработки математических моделей технологических процессов с использованием специальных программных средств.
--

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. Общие вопросы построения математических моделей технологических процессов и производств						С
Тема 1. Технологические процессы и производства как объекты управления. Классификация технологических процессов по видам аналитического описания и используемым закономерностям.		2	4	6		
Тема 2. Приложения преобразования Лапласа при составлении математической модели. Общий алгоритм построения математической модели.		2	4	6		
Раздел 2. Математические модели объектов технологических процессов и производств	7					Пр,С,О
Тема 3. Математическая модель аппарата идеального вытеснения. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		2	5	7	ГД	
Тема 4. Математическая модель аппарата идеального смешения. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		2	5	7		
Тема 5. Математическая модель теплообменного устройства. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		3	5	10	ГД	
Тема 6. Математическая модель химического реактора. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		3	5	10	ГД	

Тема 7. Исследование объекта управления с помощью его математической модели. Статические свойства объекта управления. Динамические свойства объекта управления. Анализ свойств объекта управления.	3	6	11	ГД	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	34	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	2,5		33,5		
Всего контактная работа и СР по дисциплине	53,5		90,5		

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Цель курсовой работы – исследование объекта управления с помощью его математической модели

Задачами курсовой работы являются:

- Изучение технологического процесса и основного технологического оборудования;
- Основные закономерности, действующие в технологическом процессе изготовления продукции;
- Построение или выбор математической модели для технологического процесса;
- Исследование объекта управления технологического процесса по его математической модели.

4.2 Тематика курсовой работы (проекта): • Составление математической модели парогенератора и пароперегревателя;

- Составление математической модели пароохладителя и парового конденсатора;
- Составление математической модели вакуум-фильтра промывки целлюлозы после варки;
- Составление математической модели водогрейного котла ПТВМ;
- Составление математической модели парового котла ДКВР;
- Составление математической модели стабилизатора давления пара на выходе ресивера;

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

Курсовая работа выполняется индивидуально с использованием рекомендованной литературы по математическому моделированию технологических процессов в соответствии с заданием на курсовую работу и информации, полученной студентом в периоды учебной и производственной практик.

Результаты курсовой работы представляются в виде пояснительной записки, оформленной в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32 -2001 с дополнениями и изменениями 2015 года. Объем пояснительной записки с приложениями не менее 20 страниц печатного текста формата А4, содержащей следующие обязательные элементы:

- упрощенная схема объекта технологического процесса (объекта управления) с её описанием;
- способ реализации технологического процесса и основные закономерности процесса;
- структура и описание математической модели объекта технологического процесса для одного из регулируемых параметров процесса;
- входные и выходные, возмущающие и управляющие параметры;
- свойства объекта управления в виде передаточных функций;
- анализ технологического процесса по результатам исследования его математической модели.

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	Перечисляет характеристики технологических процессов. Выполняет математическое моделирование технологических процессов. Использует специальные программы для разработки математических моделей.	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания Курсовая работа

5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	<p>Свободно и уверенно оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные закономерности, используемые при составлении математических моделей процессов, методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной задачи. Способен легко ориентироваться при видоизменении задания, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами решения задач. Знает типовые решения, используемые для получения математического описания (моделей) технологических процессов. Получил правильный ответ на практическое задание и может его интерпретировать.</p>	<p>Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной самостоятельной работе с 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. Работы представлена к защите в требуемые сроки.</p>
4 (хорошо)	<p>Обучающийся показывает достаточный уровень знаний, владеет навыками анализа и синтеза информации, знает основные закономерности, используемые при составлении математических моделей процессов, методы решения проблем, предусмотренные учебной программой. Владеет навыками и приемами решения задач. Знает типовые решения, используемые для получения математического описания (моделей) технологических процессов. Получил правильный ответ на практическое задание.</p>	<p>Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные 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.</p>
3 (удовлетворительно)	<p>Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме, может сформулировать понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя. Получил правильный ответ с помощью преподавателя на практическое задание.</p>	<p>Задание выполнено полностью, но в работе есть отдельные существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием.</p>
2 (неудовлетворительно)	<p>Неуверенно оперирует предоставленной информацией, не владеет навыками анализа и синтеза информации, знает не все основные закономерности, используемые при составлении математических моделей</p>	<p>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</p>

	<p>процессов, допускает типичные ошибки. Не способен выбрать и эффективно применить тот или иной адекватный метод решения конкретной проблемы. Не владеет навыками и приемами решения задач. Допускает существенные ошибки в типовых решениях для составления моделей процессов. Не решил практическое задание.</p>	<p>без помощи экзаменатора.</p>
--	---	---------------------------------

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 7	
1	Что такое технологический процесс?
2	Что такое технологический регламент?
3	Как классифицируются технологические процессы?
4	Какова цель составления математической модели процесса?
5	Перечислите методы построения математических моделей.
6	Что включает математическая модель?
7	Что представляет структура модели объекта управления?
8	Как «работают» допущения при составлении математической модели?
9	Какие динамические звенья используются для описания свойств объектов?
10	Что такое динамическая разгонная кривая?
11	Что такое передаточная функция САР или её звена?
12	Что такое переходная (разгонная) и весовая функции?
13	К чему приводит увеличение числа рассматриваемых переменных объекта при составлении его математической модели? Приведите пример.
14	Приведите общий алгоритм построения математической модели.
15	Модель идеального вытеснения.
16	Перечислите допущения в модели идеального вытеснения и объясните роль каждого из них.
17	Модель идеального смешения
18	Перечислите допущения в модели идеального смешения и объясните роль каждого из них.
19	Модель теплообменного устройства.
20	Структура модели теплообменного устройства на примере теплообменника смешивающего типа.
21	Перечислите допущения в модели теплообменного устройства
22	Модель химического реактора.
23	Перечислите допущения в модели химического реактора.
24	Что определяет статическая модель процесса?
25	Привести статическую модель для теплообменного устройства.
26	Что определяет динамическая модель процесса?
27	Привести динамическую модель для теплообменного устройства.

5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.2.3 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.

5.3 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

- 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				
Белов, П. С.	Математическое моделирование технологических процессов	Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН»	2016	http://www.iprbookshop.ru/43395.html
Гурова, Е. Г.	Моделирование электротехнических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	http://www.iprbookshop.ru/44966.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.М. Бельфор, В.Б. Попов, И.В. Антонишин	Математическое моделирование технологического объекта управления [Текст]: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtexpr/2.pdf
И. А. Ашихмина	Государственная итоговая аттестация: методические рекомендации для студентов всех форм обучения по направлению подготовки: 15.03.04 — Автоматизация технологических процессов и производств	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtexpr/1630917441.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/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013
PTC Mathcad 15

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