

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++z150304Ц-1\_22-15.plx

Кафедра: 32 Автоматизации технологических процессов и производств

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

Профиль подготовки: Цифровизация производства  
 (специализация)

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				
4	УП	6	10	119	9	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	6	10	119	9	4	
Итого	УП	6	10	119	9	4	
	РПД	6	10	119	9	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

<b>ПК-1: Способен контролировать эксплуатацию средств автоматизации и моделировать процессы автоматизированных систем</b>
---

<b>Знать:</b> современные характеристики и способы реализации технологических процессов.
--

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

<b>Владеть:</b> 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
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Общие вопросы построения математических моделей технологических процессов и производств	4				
Тема 1. Технологические процессы и производства как объекты управления. Классификация технологических процессов по видам аналитического описания и используемым закономерностям.		0,5	1	14	
Тема 2. Приложения преобразования Лапласа при составлении математической модели. Общий алгоритм построения математической модели.		0,5	1	15	
Раздел 2. Математические модели объектов технологических процессов и производств					
Тема 3. Математическая модель аппарата идеального вытеснения. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		1	1	15	ГД
Тема 4. Математическая модель аппарата идеального смешения. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		1	1	15	
Тема 5. Математическая модель теплообменного устройства. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		1	2	20	ГД
Тема 6. Математическая модель химического реактора. Постановка задачи моделирования. Анализ входных, выходных переменных. Возмущающие воздействия. Ограничения.		1	2	20	ГД

Тема 7. Исследование объекта управления с помощью его математической модели. Статические свойства объекта управления. Динамические свойства объекта управления. Анализ свойств объекта управления.	1	2	20	ГД
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	10	119	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)	2,5		6,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	18,5		125,5	

#### 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
Курс 4	
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
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Гурова, Е. Г.	Моделирование электротехнических систем	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2014	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/44966.html">http://www.iprbooks.hop.ru/44966.html</a>
Белов, П. С.	Математическое моделирование технологических процессов	Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН»	2016	<a href="http://www.iprbooks.hop.ru/43395.html">http://www.iprbooks.hop.ru/43395.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
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	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1630917441.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/1630917441.pdf</a>
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	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/2.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavttxpr/2.pdf</a>

### 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