

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.О.30**

Моделирование систем управления

Учебный план: \_\_\_\_\_ ФГОС3++b270304-3\_23-14.plx

Кафедра:  Информационно-измерительных технологий и систем управления

Направление подготовки:  
(специальность) 27.03.04 Управление в технических системах

Профиль подготовки:  
(специализация) Системы и средства автоматизации технологических процессов

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	Лаб. занятия				
6	УП	34		75,75	0,25	4	Зачет
	РПД	34		75,75	0,25	4	
7	УП	17	17	57	36	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	17	17	57	36	4	
Итого	УП	51	17	132,75	36,25	8	
	РПД	51	17	132,75	36,25	8	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, утверждённым приказом Минобрнауки России от 31.07.2020 г. № 871

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Хардинов Е.В.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой информационно-измерительных технологий и систем управления

Сидельников В.И.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сидельников В.И.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающихся в области построения и использования математических моделей технологических процессов, как объектов управления.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Изучить методологию построения моделей технологических процессов как объектов управления.

Приобрести навыки построения моделей технологических процессов различной физической природы.

Освоить современные программные средства для моделирования объектов и систем управления технологическими процессами.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

Физика

Информационные технологии

Математика

Теория автоматического управления

Основы идентификации технологических объектов управления

Производственная практика, организационно-управленческая практика

Автоматизация технологических процессов и производств

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ОПК-3: Способен использовать фундаментальные знания для решения базовых задач управления в технических системах с целью совершенствования в профессиональной деятельности</b>
<b>Знать:</b> математические основы моделирования систем управления; основы работы с программным обеспечением для моделирования
<b>Уметь:</b> строить модели заданных систем управления; идентифицировать объект управления с целью получения его модели
<b>Владеть:</b> терминологией в области моделирования и систем управления; навыками работы с программным обеспечением для моделирования
<b>ОПК-4: Способен осуществлять оценку эффективности систем управления, разработанных на основе математических методов</b>
<b>Знать:</b> математические методы, используемые при моделировании систем управления, основы построения систем управления
<b>Уметь:</b> моделировать системы управления, оценивать эффективность смоделированных систем управления
<b>Владеть:</b> навыками моделирования систем управления, навыками оценки эффективности разработанных моделей

### 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)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Введение в теорию математического моделирования	6						Л
Тема 1. Основные понятия Теория подобия .Системный подход при построении моделей.Обзор программных средств моделирования. Лабораторная работа 1.Изучение возможностей пакета Matlab (Simulink) для моделирования объектов и систем технологических процессов.		4		4	16	ГД	
Тема 2. Классификация математических моделей технологических процессов, как объектов управления.Особенности использования программных средств для исследования различных классов моделей. Лабораторная работа 2. Моделирование систем управления технологическими параметрами различной структуры.		6		6	18		
Раздел 2. Построение одномерных динамических моделей технологических процессов с сосредоточенными параметрами							
Тема 3. Построение математических моделей электромеханических,гидравлических и тепловых процессов. Лабораторная работа 3. Изучение возможностей моделирования в SCADA системе Trase Mode , разработка программ и интерфейса.		18		18	21,75		Л
Тема 4. Учет химических реакций в моделях технологических процессов. Лабораторная работа 4. Разработка программы и интерфейса для имитации технологического процесса как объекта управления.		6		6	20		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34		34	75,75		
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25					
Раздел 3. Построение многомерных динамических моделей технологических процессов	7						О,Л

Тема 5. Линейные динамические в форме пространства состояния. Основные понятия. Переход от передаточной функции к уравнениям в форме пространства состояния.		2	2		10	ГД	
Тема 6. Модель смесительного бака для регулирования уровня и температуры. Лабораторная работа 5. Исследование модели смесительного бака.		4	4	4	14		
Раздел 4. Построение математических моделей технологических процессов с распределенными параметрами							
Тема 7. Математическая модель теплообменника с распределенными параметрами. Лабораторная работа 6. Использование программных средств для решения дифференциальных уравнений в частных производных.		4	4	4	14		Л
Тема 8. Примеры математических моделей технологических процессов в ЦБП. Лабораторная работа 7. Построение и исследование модели с распределенными параметрами		7	7	9	19		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		17	17	17	57		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)			2,5		33,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>			121,75		166,25		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

**4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта):** Построения и исследовании математической модели технологического процесса , как объекта управления.

При выполнении курсовой работы решаются следующие задачи. В соответствии с заданием и исходными данными, полученными на практике:

- разрабатывается схема и составляется описание технологического процесса;
- формулируются задачи исследования процесса на базе математической модели;
- разрабатывается математическая модель;
- формулируются требования к средствам отображения информации , разрабатывается интерфейс и программа;
- проводятся необходимые исследования на модели.

**4.2 Тематика курсовой работы (проекта):** Моделирование технологического, как объекта управления технологическими параметрами. Конкретный вид процесса и параметры задаются в индивидуальном задании.

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

Курсовая работа должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Задание.
3. Содержание.
4. Описание и схему технологического процесса.
5. Разработку математической модели.
6. Листинги программы.
7. Экраны интерфейса.

8. Результаты исследования процесса по математической модели.
9. Выводы.
10. Список литературы.

## 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
ОПК-3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Имеет представление об основах работы с программным обеспечением, применяемым для моделирования.</li> <li>2. Формулирует способы построения моделей заданных систем управления.</li> <li>3. Демонстрирует навыки работы с программным обеспечением, применяемым для моделирования.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вопросы устного собеседования.</li> <li>2. Практико-ориентированные задания</li> <li>3. Курсовая работа</li> </ol>
ОПК-4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Имеет представление о математических методах, используемых при моделировании систем управления и основах построения систем управления.</li> <li>2. Формулирует способы моделирования систем управления и методы оценки эффективности смоделированных систем управления.</li> <li>3. Демонстрирует навыки моделирования систем управления и оценки эффективности разработанных моделей.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вопросы устного собеседования.</li> <li>2. Практико-ориентированные задания.</li> <li>3. Курсовая работа</li> </ol>

#### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Самостоятельно отвечает на все дополнительные вопросы, владеет терминологией.	Курсовая работа должна быть выполнена своевременно и без ошибок. Студент должен быть в состоянии внести предложенные преподавателем дополнения при разработке модели и моделировании. Вопросы экзаменационного билета раскрыты полностью, студент в состоянии осуществить пояснения и уточнения по заданным преподавателем дополнительным вопросам.
4 (хорошо)	Отвечает на все дополнительные вопросы после небольшой помощи преподавателя и задаваемых им наводящих вопросов, владеет терминологией.	Курсовая работа содержит ошибки, которые студент смог исправить при помощи преподавателя. Студент не в состоянии внести предложенные преподавателем дополнения. Вопросы экзаменационного билета раскрыты не в полной мере, студент не в состоянии осуществить пояснения и уточнения по всем дополнительным вопросам.
3 (удовлетворительно)	Отвечает не менее чем на половину вопросов, для ответа требуется значительная помощь преподавателя, владеет большей частью терминологии.	Курсовая работа выполнена небрежно. но основные идеи просматриваются. Вопросы экзаменационного билета раскрыты не в полной мере, студент в состоянии осуществить пояснения и уточнения по большей части заданным преподавателем вопросам.
2 (неудовлетворительно)	Отвечает менее чем на половину вопросов, не ориентируется в материале, путает темы терминологию.	Курсовая работа не выполнена или выполнена не полностью. Работа выполнена с ошибками, которые студент не в состоянии исправить. Вопросы экзаменационного билета не раскрыты, студент не в состоянии осуществить пояснения и уточнения по большей части заданных преподавателем дополнительных вопросов.

Зачтено		Работы выполнены и защищены в срок.
Не зачтено		Работы не выполнены и не защищены в срок.

## 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 6	
1	Что включается в математическую модель?
2	Что такое технологический процесс?
3	Что такое технологический регламент?
4	Приведите примеры управляющих и возмущающих переменных в системе управления отдельным технологическим процессом.
5	С какой целью осуществляется процедура линеаризации модели?
6	Перечислите основные этапы построения математической модели технологического процесса, как объекта управления.
7	Дайте определение передаточной функции и перечислите основные ее характеристики.
8	Приведите основные физические законы, применяемые при построении математических моделей.
9	Какие основные физические соотношения используются при составлении уравнений материального баланса?
10	Модель идеального вытеснения.
11	Модель идеального смешения.
Семестр 7	
12	Особенности построения многомерной математической модели.
13	Приведите структуру линейной математической модели системы в форме пространства состояния.
14	Что такое фазовые переменные и фазовая траектория?
15	Получите уравнение в форме пространства состояния по заданной передаточной функции.
16	Приведите полную систему уравнений теплообменника.
17	Какие основные физические соотношения используются при составлении уравнений теплового баланса?
18	Чем отличаются граничные условия 1го рода от граничных условий 3 го рода?
19	Как можно использовать математическую модель теплообменника с распределенными параметрами?
20	Как проявляется закон сохранения массы в химической реакции?
21	Какие задачи можно решать с помощью математической модели технологического процесса, как объекта управления?

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Рассмотрите в качестве объекта управления емкость с жидкостью, в которой требуется поддерживать уровень. На входе и выходе установлены регулирующие клапаны.

Перечислите параметры технологического процесса, необходимые для построения модели. Получите математическую модель объекта и приведите структурную схему математической модели.

2. Рассмотрите в качестве объекта управления двигатель постоянного тока с независимым возбуждением. Возьмите в качестве переменной управления - напряжение цепи якоря, в качестве возмущения - момент сопротивления, приведенный к валу двигателя и в качестве регулируемой переменной число оборотов.

Получите математическую модель и приведите структурную схему.

### 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

Не разрешается пользоваться конспектами и любыми гаджетами. Допускается использование отчетов по лабораторным работам. Время на подготовку до 30 мин.

## 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>				
Глухов, Д. О., Петухов, И. В., Глухов, Д. О.	Моделирование систем управления	Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет	2015	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/75437.html">https://www.iprbooks.hop.ru/75437.html</a>
Осипова, Н. В.	Моделирование систем управления	Москва: Издательский Дом МИСиС	2019	<a href="https://www.iprbooks.hop.ru/98083.html">https://www.iprbooks.hop.ru/98083.html</a>
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.1.: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/5.pdf</a>
В.Н. Леонтьев	Моделирование систем автоматического управления [Текст]: учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2013	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/3.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/3.pdf</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Е.В. Хардигов	Теория автоматического управления [Текст]: учебно-методическое пособие по выполнению курсовой работы	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/5.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafavtpriviel/5.pdf</a>
А. И. Новиков, М. А. Воропанова	Моделирование систем управления: практикум	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	2022	<a href="http://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1652836230.pdf">http://nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/1652836230.pdf</a>
В.Н. Леонтьев	Анализ систем автоматического управления [Текст]. Ч.2.: учебное пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП	2014	<a href="http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.pdf">http://www.nizrp.narod.ru/metod/kafinfizmtex/6.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

PTC Mathcad 15

Microsoft: Windows Professional 10 Russian Upgrade OLPNL AcademicEdition

### 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