

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

« 28 » 06 2022 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.В.05**

Управление техническими системами

Учебный план: 2022-2023 15.03.02 ВШПМ Принтмедиасист и комплексы ЗАО 1-3-135.plx

Кафедра:

2

Полиграфического оборудования и управления

Направление подготовки:  
(специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:  
(специализация)

Принтмедиасистемы и комплексы

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	4			32		1	
	РПД	4			32		1	
4	УП	12	8	4	179	13	6	Зачет, Экзамен
	РПД	12	8	4	179	13	6	
Итого	УП	16	8	4	211	13	7	
	РПД	16	8	4	211	13	7	

Санкт-Петербург  
2022

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Степанов  
Евгеньевич

Пётр

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой  
оборудования и управления

полиграфического

\_\_\_\_\_

Тараненко Елена  
Юрьевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Тараненко Елена  
Юрьевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области построения системы управления техническими объектами, в области принципов построения динамических систем.

**1.2 Задачи дисциплины:**

Рассмотреть способы описания моделей динамических систем и процессов.

Раскрыть принципы построения систем управления техническими объектами.

Показать методы синтеза алгоритмов управления технологическими машинами.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

Математические основы теории систем

Математика

Детали машин

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>ПК-2: Способен диагностировать техническое состояние полиграфического оборудования, систем и комплексов</b>	
<b>Знать:</b> Методы составления математических моделей динамических систем управления и внешних воздействий.	
<b>Уметь:</b> Ориентироваться в принципах построения системы управления конкретным объектом.	
<b>Владеть:</b> Навыками построения систем управления.	
<b>ПК-6: Способен осуществлять выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок в области принтмедиа систем и комплексов</b>	
<b>Знать:</b> Комплекс мероприятий по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции на основе математического моделирования.	
<b>Уметь:</b> Создавать техническое оснащение рабочих мест с учетом применяемых средств управления конкретными объектами.	
<b>Владеть:</b> Основными методами синтеза алгоритмов управления технологическими машинами.	

## 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)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Модели динамических систем.	3					
Тема 1. Основные понятия теории управления. Методология постановки абстрактных задач теории управления, переход от конкретных технических устройств к абстрактным методам исследования в теории управления. Классификация систем управления.					6	

Тема 2. Модель как основной инструмент исследования систем управления. Основные методы получения моделей, аналитический и идентификационные подходы. Выделение элементов направленного действия. Уравнение Лагранжа как фундаментальный метод составления уравнений движения. Уравнение вход-выход. Уравнение вход-состояние-выход. Переход от одного вида уравнений к другому. Преобразование базисов. Основные канонические базисы. Собственное и вынужденное движение системы. Особенности описания процессов в дискретном времени, микропроцессорная реализация дискретного управления. Касательная, гармоническая линеаризация. Понятие об аппроксимации моделей. Линеаризация основных типов нелинейностей.		1			6	ИЛ
Тема 3. Передаточные функции и структурные схемы. Определение, основные свойства передаточных функций. Связь передаточных функций с уравнениями вход-выход, вход-состояние-выход. Разложение передаточной функции на элементарные множители, типовые динамические звенья. Особенности вычисления передаточных функций дискретных систем. Структурные схемы. Связь с передаточными функциями и дифференциальными уравнениями. Правила преобразования структурных схем непрерывных и дискретных систем. Правило Мэйсона теории графов.		1			6	
Тема 4. Временные и частотные характеристики. Весовая функция и переходная характеристика, связь с передаточной функцией. Интеграл Дюамеля и сумма сверстки. Определение, физический смысл частотных характеристик, связь с дифференциальными уравнениями и передаточными функциями. Графическое изображение частотных характеристик. Частотные характеристики элементарных звеньев. Особенности вычисления и построения частотных характеристик дискретных систем.		1			8	

Тема 5. Идентификация динамических объектов. Типы идентификации. Идентификация статических характеристик. Регрессионные модели. Параметрическая идентификация динамических объектов. Использование временных и частотных характеристик, метод наименьших квадратов. Структурная идентификация, проверка гипотез.		1			6	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4			32	

Консультации и промежуточная аттестация - нет		0				
Раздел 2. Математические модели сигналов.	4					
Тема 6. Квазидетерминированные сигналы. Понятие командного генератора. Аналитические способы составления уравнений командного генератора квазидетерминированных сигналов.					10	ИЛ
Тема 7. Случайные сигналы. Стационарные случайные процессы. Характеристики стационарных случайных процессов. Экспериментальное определение спектральной плотности мощности стационарного случайного процесса. Формирование окрашивающего фильтра по экспериментально полученной спектральной плотности мощности.		1			10	
Раздел 3. Анализ динамических систем.						
Тема 8. Исследование устойчивости. Задача анализа. Свободные и вынужденные движения. Моделирование автономных и возмущенных систем. Особые движения в нелинейных системах. Определение устойчивости по Ляпунову. Исследование устойчивости прямым методом Ляпунова. Исследование устойчивости по уравнениям первого приближения. Критерии устойчивости Михайлова, Найквиста в логарифмической интерпретации для непрерывных и дискретных систем. Частотные методы исследования устойчивости нелинейных систем, метод гармонического баланса, понятие об абсолютной устойчивости и гиперустойчивости, критерий В.М.Попова.		1			10	ИЛ
Тема 9. Оценка качества в системах управления. Оценка качества по временным характеристикам, по расположению нулей и полюсов передаточной функции, корневые годографы. Запасы устойчивости. Интегральные оценки качества. Исследование качества в установившемся режиме, коэффициенты ошибок. Оценка качества сложных систем, принцип Парето. Фазовое пространство, фазовая плоскость. Особые точки и особые траектории на фазовой плоскости.					10	
Тема 10. Чувствительность систем управления. Модели чувствительности операторные и временные. Изучение основных типов.					10	
Тема 11. Управляемость и наблюдаемость. Определение, критерии управляемости и наблюдаемости. Особенности исследования управляемости и наблюдаемости нелинейных систем.					10	
Раздел 4. Алгоритмы управления. Синтез модального управления.						

Тема 12. Параметрический синтез. Задачи управления и оценивания. Реализация алгоритмов управления. Использование ЭВМ и аналоговых вычислительных устройств. Методы параметрического синтеза, оптимизация функционалов при параметрическом синтезе. Выбор коэффициентов типовых законов управления – П, ПИ, ПИД.	2	1	1	15	ИЛ
Тема 13. Частотные методы синтеза. Использование последовательных корректирующих устройств и корректирующих обратных связей. Синтез регуляторов по логарифмическим характеристикам. Частотные методы синтеза нелинейных систем. Управление сложными техническими объектами.	1	1	1	15	
Тема 14. Наблюдатели полной размерности. Принцип наблюдения не измеряемых переменных по показателям датчиков. Условия реализации процедуры наблюдения. Наблюдатель Люэнбергера. Свойства системы с наблюдателем полной размерности.		1	1	15	
Тема 15. Наблюдатели пониженной размерности. Недостатки наблюдателей пониженной размерности. Последовательность синтеза наблюдателя пониженной размерности. Свойства системы с наблюдателем пониженной размерности.		1	1	15	
Раздел 5. Оптимальное управление.					
Тема 16. Оптимальное управление без ограничений. Постановка задачи оптимального управления. Получение условий оптимальности вариационным методом Эйлера.	2	2		15	ИЛ
Тема 17. Принцип минимума Понтрягина. Необходимость учета ограничений на управление и переменные состояния. Введение Гамильтониана задачи управления. Переформулирование условий оптимальности относительно гамильтониана, принцип минимума Понтрягина.	2	2		14	
Тема 18. Метод динамического программирования Бэллмана. Принцип оптимальности. Использование принципа оптимальности для построения процедуры синтеза оптимального управления с учетом ограничений.	1			10	
Раздел 6. Адаптивное управление.					

Тема 19. Бесписковые адаптивные системы. Понятие об адаптивном управлении. Принципы построения адаптивных систем. Адаптивные системы, использующие результаты идентификации объекта управления в реальном масштабе времени.	1			10	ИЛ
---	---	--	--	----	----

Тема 20. Адаптивные системы с эталонной моделью. Понятие эталонной модели. Принцип действия системы управления с эталонной моделью. Алгоритм функционирования управляющего контроллера, реализующего адаптивное управление с эталонной моделью.	1			10	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	12	8	4	179	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет, Экзамен)	2,75			10,25	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	30,75			221,25	

#### 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-2	Перечисляет и объясняет назначение основных источников научно-технической информации по теории автоматического управления.	Вопросы для устного собеседования.
	Оптимально выбирает источники информации по современным вопросам по теории автоматического управления.	Решение практико-ориентированных задач.
	Применяет информацию, полученную из современных источников научно-технической информации, при моделировании систем управления.	Решение практико-ориентированных задач.
ПК-6	Объясняет основные методы синтеза алгоритмов управления.	Вопросы для устного собеседования.
	Логично обосновывает применение принципов построения системы управления конкретным объектом.	Решение практико-ориентированных задач.
	Применяет на практике основные методы построения и настройки систем управления.	Решение практико-ориентированных задач.

##### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех	
	обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	

3 (удовлетворительно)	<p>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	
2 (неудовлетворительно)	<p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	
Зачтено	<p>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</p>	
Не зачтено	<p>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</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 3	
1	Основные требования, предъявляемые к моделям систем управления.
2	Классификация систем управления.
3	Методика перехода от уравнения вход-выход к уравнению состояния.
4	Математическая модель объекта, управляемого контроллером.
5	Передаточная функция звена, охваченного отрицательной обратной связью.
6	Типовые динамические звенья.
7	Что такое переходные характеристики системы.
8	Правила изображения логарифмических частотных характеристик.
9	Идентификация объектов при помощи логарифмических частотных характеристик.
10	Что такое регрессионные модели?
11	Понятие квазидетерминированного сигнала.



12	Формирование моделей квазидетерминированного сигнала.
13	Свойства эргодических случайных процессов.
14	Окрашивающий фильтр для моделирования случайных процессов.
15	Определение устойчивости по Ляпунову.
16	Критерии устойчивости Найквиста.
17	Оценка качества по расположению полюсов системы.
18	Исследование качества в установившемся режиме.
19	Что такое параметрическая чувствительность системы.
20	Что такое структурная чувствительность системы.
21	Критерии управляемости линейной системы.
22	Критерий наблюдаемости линейной системы.
Курс 4	
23	Типовые законы управления.
24	Методы параметрического синтеза.
25	Что такое последовательное корректирующее устройство?
26	Методы синтеза корректирующих обратных связей.
27	Наблюдатель Люэнбергера.
28	Свойства системы с наблюдателем полной размерности.
29	Свойства системы с наблюдателем пониженной размерности.
30	Процедура синтеза наблюдателя пониженной размерности.
31	Постановка задачи оптимального управления.
32	Условие оптимальности без ограничений.
33	Переформулирование условий оптимальности относительно гамильтониана.
34	Принцип минимума Понтрягина.
35	Метод динамического программирования.
36	Применение метода динамического программирования для дискретных объектов.
37	Понятие об адаптивном управлении.
38	Адаптивные системы с параметрической идентификацией объекта.
39	Адаптивные системы с эталонной моделью.
40	Понятие эталонной системы.

## 5.2.2 Типовые тестовые задания

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

1. Задано уравнение "вход-выход" системы. Найти уравнение состояния этой системы.
2. Построить асимптотическую ЛАЧХ заданной системы.
3. Синтезировать алгоритм грубого управления вынужденным движением для заданной системы.

## 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

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 40 мин. Для выполнения практического задания обучающему необходимо иметь калькулятор, также ему предоставляется необходимая справочная информация.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				

Съянов, С. Ю.	Теория линейных систем автоматического управления	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/70783.html">http://www.iprbookshop.ru/70783.html</a>
Нос, О. В., Старостина, Л. В.	Теория автоматического управления. Теория управления линейными одноканальными непрерывными системами	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет	2018	<a href="http://www.iprbookshop.ru/91447.html">http://www.iprbookshop.ru/91447.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Степанов П. Е., Швиголь Т. Г.	Специальные разделы теории автоматического управления: Практические занятия	Санкт-Петербург: СПбГУПТД	2020	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20209367">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=20209367</a>

## 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс].  
URL: <http://window.edu.ru/>

## 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows

MicrosoftOfficeProfessional

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
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска