

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 20.03.2023 12:20:10
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Корабельные системы информа-
ции и управления»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО

УПРАВЛЕНИЯ

В РОБОТОТЕХНИКЕ»

для подготовки магистров

по направлению

27.04.04 «Управление в технических системах»

по программе

«Корабельные системы информации и управления»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

старший преподаватель Кузьмина Т.О.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры САУ
14.02.2022, протокол № 02-2/2022

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭА, 22.02.2022, протокол № 2

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭА
Обеспечивающая кафедра	САУ
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	2
Семестр	3
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	17
Практические занятия (академ. часов)	34
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	52
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	92
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	2

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«СПЕЦИАЛЬНЫЕ РАЗДЕЛЫ ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ В РОБОТОТЕХНИКЕ»

Дисциплина знакомит студентов с основными научными подходами к построению робототехнических систем и управлению ими. Изучаются вопросы анализа и проектирования современных адаптивных систем управления, базовые структуры беспойсковых адаптивных систем управления линейными и нелинейными объектами, вопросы их устойчивости.

SUBJECT SUMMARY

«SPECIAL SECTIONS OF THE THEORY OF AUTOMATIC CONTROL IN ROBOTICS»

The discipline introduces students to the main scientific approaches to the construction and control of robotic systems. The issues of analysis and design of modern adaptive control systems, the main structures of searchless adaptive control systems for linear and nonlinear objects, and the issues of their stability are considered.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Цель дисциплины - формирование у студентов знаний, умений и навыков в области построения, моделирования и анализа робототехнических систем.

2. Задачи дисциплины:

Изучение управления динамическими системами; основных динамических моделей роботов-манипуляторов и управления ими; основных результатов математических методов исследования устойчивости нелинейных динамических систем, базирующихся на методе функций Ляпунова;

Освоение теоретических подходов к синтезу базовых структур бесперебойных прямых и неперямых адаптивных систем управления;

Приобретение бесперебойных адаптивных систем управления с алгоритмами параметрической и сигнальной настройки; математических моделей многостепенных упругих механических объектов.

3. Дисциплина формирует знания об основных научных подходах к построению робототехнических систем и управлению ими.

4. Дисциплина формирует умение выполнять построения наблюдателя состояния для динамической системы; проводить исследования систем первого и второго порядков методом функций Ляпунова; применять методы расчета реализуемых структур бесперебойных прямых и неперямых адаптивных систем с параметрическими и сигнальными алгоритмами настройки.

5. Дисциплина формирует навыки применения прямых и неперямых бесперебойных адаптивных систем и методик их построения к расчету и компьютерному моделированию в среде Matlab/Simulink.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Современные методы теории управления»

и обеспечивает подготовку выпускной квалификационной работы.

3.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
СПК-4	Способен к формализованному описанию и моделированию элементов и систем информации и управления технических средств корабля
<i>СПК-4.1</i>	<i>Знает способы и методы описания математических моделей систем информации и управления технических средств корабля</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение	1			1
2	Динамические системы	2	10		15
3	Кинематика и динамика роботов-манипуляторов	1			5
4	Линейное управление манипуляторами	1			5
5	Адаптивное управление жесткими роботами	2			9
6	Основы математических методов исследования устойчивости нелинейных динамических систем	2	10	0	15
7	Основные подходы к построению беспоисковых (аналитических) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами	2			6
8	Базовые структуры беспоисковых прямых адаптивных систем для управления линейными объектами	2	14		15
9	Прямые и не прямые беспоисковые адаптивные системы с алгоритмами параметрической и сигнальной настройки и мажорирующими функциями	2			6
10	Математические модели многостепенных упругих механических объектов	2		1	6
11	Заключение				9
	Итого, ач	17	34	1	92
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение	Задачи управления в робототехнических системах. Неадаптивное и адаптивное управление.
2	Динамические системы	Математические модели динамических систем в форме переменных состояния. Каноническая форма управляемости. Модальное управление. Пример синтеза модального регулятора. Восстановление состояния динамических систем. Пример построения наблюдателя состояния.
3	Кинематика и динамика роботов-манипуляторов	Жесткий робот. Робот с гибкими сочленениями. Уравнения движения робота-манипулятора.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
4	Линейное управление манипуляторами	Задачи управления манипуляторами. Разомкнутые и замкнутые системы управления манипуляционными роботами. Управление линейными системами второго порядка. Управление движением по заданной траектории.
5	Адаптивное управление жесткими роботами	Принципы адаптивного управления. Обычное адаптивное управление жестким роботом. Подход Слотина и Ли. Адаптивное управление на основе регрессора и без регрессора.
6	Основы математических методов исследования устойчивости нелинейных динамических систем	Квадратичные формы. Функции Ляпунова. Теоремы об устойчивости и асимптотической устойчивости. Теоремы о неустойчивости движения. Методы построения функций Ляпунова.
7	Основные подходы к построению беспоисковых (аналитических) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами	Метод скоростного градиента (СГ). Пример применения метода скоростного градиента. Метод мажорирующих функций. Пример применения метода мажорирующих функций.
8	Базовые структуры беспоисковых прямых адаптивных систем для управления линейными объектами	Классификация беспоисковых адаптивных систем. Системы прямого адаптивного управления с эталонной моделью и алгоритмами параметрической настройки для линейных стационарных объектов. Определение параметров адаптивной настройки методом функций Ляпунова.
9	Прямые и непрямые беспоисковые адаптивные системы с алгоритмами параметрической и сигнальной настройки и мажорирующими функциями	Прямые адаптивные системы управления с параметрической настройкой. Прямые адаптивные системы управления с сигнальной настройкой. Непрямые адаптивные системы управления с сигнальной настройкой.
10	Математические модели многостепенных упругих механических объектов	Явная форма и структура уравнений Лагранжа. Постановка задач управления упругими механическими объектами. Управляемость и наблюдаемость многомассовых упругих механических объектов.
11	Заключение	

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Построение наблюдателя состояния для динамической системы	10

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
2. Пример исследования систем первого и второго порядков методом функций Ляпунова	10
3. Исследование адаптивной системы управления линейным объектом с параметрической настройкой	14
Итого	34

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Самостоятельное изучение студентами теоретических основ дисциплины обеспечено необходимыми учебно-методическими материалами (учебники, учебные пособия, конспект лекций и т.п.), выполненными в печатном или электронном виде, а также курсом видео-лекций на платформе LETIteach (<https://open.etu>)

По каждой теме практических занятий предусмотрено выполнение ин-

дивидуального практического задания в соответствии с присвоенным студенту номером варианта.

Изучение студентами дисциплины сопровождается проведением регулярных консультаций преподавателей, обеспечивающих лекционные и практические занятия по дисциплине, за счет бюджета времени, отводимого на консультации (внеаудиторные занятия, относящиеся к разделу «Самостоятельные часы для изучения дисциплины»).

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	23
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	14
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	20
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	92

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Тюкин, Иван Юрьевич. Адаптация в нелинейных динамических системах [Текст] / И.Ю. Тюкин, В.А. Терехов, 2008. -381 с.	73
2	Путов, Виктор Владимирович. Адаптивные и модальные системы управления многомассовыми нелинейными упругими механическими объектами [Текст] : [монография] / В.В. Путов, В.Н. Шелудько, 2007. -243 с.	60
3	Путов, Виктор Владимирович. Прямые и не прямые беспоисковые адаптивные системы управления нелинейными динамическими объектами с функционально-параметрической неопределенностью [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / В. В. Путов, 2012. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.
Дополнительная литература		
1	Путов, Виктор Владимирович. Методы построения адаптивных систем управления нелинейными нестационарными динамическими объектами с функционально -параметрической неопределенностью [Текст] : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 01.01.11 / В.В. Путов, 1993	неогр.
2	Демидович Б. П. Лекции по математической теории устойчивости [Электронный ресурс], 2021. -480 с.	неогр.
3	Путов, Виктор Владимирович. Системы управления многостепенными механическими объектами с упругими деформациями [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Путов, В.Н. Шелудько, 2009. -1 эл. опт. диск (CD-ROM)	неогр.

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Сообщество Экспонента https://hub.exponenta.ru/
2	Образовательная платформа СПбГЭТУ "ЛЭТИ" LETItach. Материалы курса Т.О. Кузьминой "Специальные разделы теории автоматического управления в робототехнике" https://open.etu.ru:18010/course/course-v1:kafedra-sistem-avtomaticheskogo-upravleniya+TOC_Robotics+fall_2022

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=10795>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Специальные разделы теории автоматического управления в робототехнике» формой промежуточной аттестации является экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится с использованием рейтинговой системы.

Экзамен

Оценка	Количество баллов	Описание
Неудовлетворительно	0 – 54	теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практически навыки и умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над курсом не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий
Удовлетворительно	55 – 69	теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практически навыки и умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки
Хорошо	70 – 84	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практически навыки и умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками
Отлично	85 – 100	теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практически навыки и умения сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено количеством баллов, близким к максимальному

Особенности допуска

К экзамену допускаются студенты, выполнившие 6 контрольных тестирований, сдавшие 3 практических заданий, выполнившие итоговое тестирование.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Задачи управления в робототехнических системах. Неадаптивное и адаптивное управление.
2	Математические модели динамических систем в форме переменных состояния. Каноническая форма управляемости.
3	Модальное управление. Пример синтеза модального регулятора.
4	Восстановление состояния динамических систем. Пример построения наблюдателя состояния.
5	Жесткий робот.
6	Робот с гибкими сочленениями.
7	Уравнения движения робота-манипулятора.
8	Задачи управления манипуляторами.
9	Разомкнутые и замкнутые системы управления манипуляционными роботами.
10	Управление линейными системами второго порядка.
11	Управление движением по заданной траектории.
12	Принципы адаптивного управления.
13	Обычное адаптивное управление жестким роботом.
14	Подход Слотина и Ли.
15	Адаптивное управление на основе регрессора.
16	Адаптивное управление без регрессора.
17	Квадратичные формы. Функции Ляпунова.
18	Теоремы об устойчивости и асимптотической устойчивости.
19	Теоремы о неустойчивости движения.
20	Методы построения функций Ляпунова.
21	Метод скоростного градиента (СГ).
22	Метод мажорирующих функций.
23	Классификация беспойсковых адаптивных систем.
24	Системы прямого адаптивного управления с эталонной моделью и алгоритмами параметрической настройки для линейных стационарных объектов.
25	Определение параметров адаптивной настройки методом функций Ляпунова.
26	Прямые адаптивные системы управления с параметрической настройкой.
27	Прямые адаптивные системы управления с сигнальной настройкой.
28	Непрямые адаптивные системы управления с сигнальной настройкой.

29	Явная форма и структура уравнений Лагранжа.
30	Постановка задач управления упругими механическими объектами.
31	Управляемость и наблюдаемость многомассовых упругих механических объектов.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина **Специальные разделы теории автоматического управления в робототехнике ФЭА**

1. Управление движением по заданной траектории.
2. Квадратичные формы. Функции Ляпунова.
3. Метод мажорирующих функций.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой САУ

В.Н. Шелудько

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольное тестирование по теме (пример)

- 1) Математические модели типа «вход-выход» - это...
 - дифференциальные уравнения
 - передаточные функции
 - частотные характеристики
 - допустимы все вышеперечисленные варианты ответа
- 2) Если система не обладает никакой инерционностью, то реакция $y(t)$ является функцией только...

3) Порядок дифференциального уравнения, описывающего систему, или количество интегрирующих звеньев в структурной схеме системы – это...

4) Согласно теореме, выбором матрицы G собственные значения матрицы $(A - GC)$ могут быть помещены в любые наперед заданные точки комплексной плоскости (с тем ограничением, что комплексные собственные значения образуют сопряженные пары), или, что то же самое, характеристический полином наблюдателя $D_n(p) = \det(pI - A + GC)$ может быть сделан равным произвольному приведенному полиному $D_{nj}(p)$ с вещественными коэффициентами, тогда и только тогда, когда...

- пара матриц (A, C) полностью управляема
- пара матриц (A, C) полностью наблюдаема
- пара матриц (A, B) полностью управляема
- пара матриц (A, B) полностью наблюдаема

5) Возможность восстановления состояния системы зависит от...

- матриц A и C
- матриц A и B
- матриц B и C
- матриц A, B и C

6) Какая из функций Matlab возвращает собственные значения матрицы?

- `roots()`
- `acker()`
- `eig()`
- правильный ответ отсутствует

Тест для самопроверки к видео-лекции (пример)

Итоговое контрольное тестирование (пример)

1	Детализированная структурная схема исключает наличие...	а) интегрирующих звеньев
		б) дифференцирующих звеньев
		в) пропорциональных звеньев
		г) правильный ответ отсутствует
2	В качестве переменных состояния удобно взять...	а) входные переменные интеграторов
		б) выходные переменные интеграторов
		в) входные переменные сумматоров
		г) выходные переменные сумматоров

1) Парк роботов в мире увеличивается на...

- 5-10 % в год
- 10-20% в год
- 20-30% в год
- 40-50% в год

2) Кинематическую пару также можно назвать..

3) Принимаемая манипулятором поза в трехмерном пространстве – это...

4) Под динамической балансировкой манипуляторов понимают...

- расчет внешних и внутренних сил при заданном движении
- расчет времени на цикл движений при заданных динамических характеристиках приводов и манипулятора
- снятие статических нагрузок с приводов звеньев
- минимизацию вызванных инерционностью сил и моментов тряски за счёт размещения противовесов

5) Под уравниванием манипуляторов понимают...

- расчет внешних и внутренних сил при заданном движении
- расчет времени на цикл движений при заданных динамических характеристиках приводов и манипулятора
- снятие статических нагрузок с приводов звеньев
- минимизацию вызванных инерционностью сил и моментов тряски за счёт

размещения противовесов

6) Математические модели типа «вход-выход» - это...

- дифференциальные уравнения
- передаточные функции
- частотные характеристики
- допустимы все вышеперечисленные варианты ответа

7) Если система не обладает никакой инерционностью, то реакция $y(t)$ является функцией только...

8) Порядок дифференциального уравнения, описывающего систему, или количество интегрирующих звеньев в структурной схеме системы – это...

9) Согласно теореме, выбором матрицы G собственные значения матрицы $(A - GC)$ могут быть помещены в любые наперед заданные точки комплексной плоскости (с тем ограничением, что комплексные собственные значения образуют сопряженные пары), или, что то же самое, характеристический полином наблюдателя $D_n(p) = \det(pI - A + GC)$ может быть сделан равным произвольному приведенному полиному $D_{nj}(p)$ с вещественными коэффициентами, тогда и только тогда, когда...

- пара матриц (A, C) полностью управляема
- пара матриц (A, C) полностью наблюдаема
- пара матриц (A, B) полностью управляема
- пара матриц (A, B) полностью наблюдаема

10) Возможность восстановления состояния системы зависит от...

- матриц A и C
- матриц A и B
- матриц B и C
- матриц A, B и C

11) Какая из функций Matlab возвращает собственные значения матрицы?

- roots()
- acker()
- eig()
- правильный ответ отсутствует

12) Однозвенный робот с гибким сочленением может вращаться в вертикальной плоскости с допущением, что...

- его сочленение может деформироваться только в направлении вращения
- звено является жестким
- вязким демпфированием можно пренебречь
- все вышеперечисленные варианты ответа верны

13) Система уравнений, описывающая динамику робота с гибкими сочленениями с электроприводом, взаимодействующего с окружающей средой является наиболее...

14) В науке о кинематике изучаются...

- положение
- скорость
- ускорение и все производные по переменным положения более высокого порядка
- все вышеперечисленные варианты ответа

15) Количество степеней свободы, которыми обладает манипулятор, – это...

- количество независимых переменных положения
- количество звеньев манипулятора
- количество стержней манипулятора
- правильный вариант ответа отсутствует

16) Обратная задача кинематики манипулятора заключается в...

- определении конечного положения рабочего органа манипулятора при заданных углах в сочленениях

- определении углов в сочленениях для того, чтобы рабочий орган манипулятора принял требуемую позу
- определении уравнений движения для обеспечения движения рабочего органа манипулятора по прямой
- определении матрицы Якоби для обеспечения воздействия рабочего органа манипулятора на объект с определённой силой

17) Разомкнутая система управления...

- это схема с разомкнутым контуром
- не использует обратную связь от датчиков
- нецелесообразна для использования в реальных приложениях
- все вышеперечисленные варианты ответа

18) Обратная связь от датчиков используется для вычисления любой ошибки путем нахождения...

- разницы между желаемой и фактической позицией и между желаемой и фактической скоростью
- разницы между желаемой и фактической скоростью и между желаемым и фактическим ускорением
- разницы между желаемой и фактической позицией и между желаемым и фактическим ускорением
- правильный вариант ответа отсутствует

19) В случае критического затухания корни упругой линейной системы второго порядка...

- вещественные и некрратные
- комплексные
- вещественные и кратные
- правильный вариант ответа отсутствует

20) В случае, когда возмущение представляет собой постоянную величину при

увеличении коэффициента усиления положения k_p статическая ошибка...

21) При реализации в реальном времени матрица регрессора...

- должна вычисляться в каждом цикле управления
- приводит к значительной нагрузке на управляющее устройство, если является сложной
- содержит все изменяющиеся во времени составляющие динамики робота
- все вышеперечисленные варианты ответа

22) К знакоопределённым относятся квадратичные формы...

- положительно определённые
- неотрицательно определённые
- положительно полуопределённые
- неположительно определённые

23) Матрица положительно полуопределена тогда и только тогда, когда все ее главные миноры...

24) Если квадратичная форма не является положительно определенной, отрицательно определенной, положительно полуопределенной или отрицательно полуопределенной, то она называется...

25) Положительно полуопределенные и отрицательно полуопределенные квадратичные формы называются...

26) Теорема ... формулирует достаточные условия для асимптотической устойчивости в целом.

27) Теорема ... ослабляет требования теоремы Ляпунова о неустойчивости состояния равновесия.

28) При огрублении схем адаптации путём введения в алгоритм настройки параметров отрицательных обратных связей по настраиваемым параметрам...

- препятствуем неограниченному возрастанию настраиваемых параметров
- система приобретает свойство грубости

- проявляется невозможность достижения в регуляризованной системе асимптотической (а тем более экспоненциальной) устойчивости по ошибке движения по траектории
- все вышеперечисленные варианты ответа

29) Самое сильное требование, которое мы можем предъявить к физически реализуемой адаптивной системе, построенной методом скоростного градиента – это...

30) Кто разработал метод мажорирующих функций?

31) Система дифференциальных уравнений вида $\dot{x} = F(x, k, t)$ описывает так называемый...

- обобщённый настраиваемый объект
- общий настроенный объект
- обобщённый неустойчивый объект
- обобщённый неотрицательный объект

32) К беспоисковым адаптивным системам относятся:...

- адаптивные системы с параметрическими алгоритмами настройки
- адаптивные системы с сигнальными алгоритмами настройки
- адаптивные системы с сигнально-параметрическими алгоритмами настройки
- все вышеперечисленные варианты ответа

33) Идентификационный подход построения беспоисковых адаптивных систем по-другому называется ... подходом

34) Беспоисковые адаптивные системы...

- относятся к одному из наиболее разработанных классов адаптивных систем
- принципиально рассчитаны на функционирование в реальном времени и отражают наиболее современный подход к решению задач адаптивного

управления и адаптивной идентификации динамических объектов

- отличаются быстроедействием и простотой реализации
- все вышеперечисленные варианты ответа

35) Параметрические алгоритмы настройки выражаются...

- обыкновенными дифференциальными уравнениями
- алгебраическими уравнениями
- все вышеперечисленные варианты ответа
- нет правильного ответа

36) Полные структуры адаптивного управления с алгоритмами параметрической настройки и мажорирующими функциями предпочтительнее использовать, если ...

- нужно добиться наилучших показателей диссипативности
- требуется обеспечить высокое качество управления
- требуется наиболее простая реализация адаптивного закона и алгоритмов настройки
- нет правильного ответа

37) Сигнальные алгоритмы в теории оказываются более эффективными, чем параметрические, но...

- зато не в целом, а лишь на компактных подмножествах
- в компактных подмножествах заранее должен быть известен ожидаемый «размах» нелинейных параметрических рассогласований
- удовлетворяют скорее понятию «робастности»
- все вышеперечисленные варианты ответа

38) В полной и упрощенных прямых адаптивных структурах с релейными законами и мажорирующими функциями принципиально может быть обеспечена...

- диссипативность
- асимптотическая устойчивость

- экспоненциальная устойчивость
- все вышеперечисленные варианты ответа

39) Если движение материальных точек упругого объекта ограничено плоскостью, такие объекты будем называть

40) «Скоростная» форма описания неразветвленного упругого объекта содержит в явном виде лишь...

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
1	Введение	
2	Динамические системы	Тест
3	Динамические системы	Практическая работа
4	Кинематика и динамика роботов-манипуляторов	
5	Линейное управление манипуляторами	Тест
6	Адаптивное управление жесткими роботами	
7		Тест
8	Основы математических методов исследования устойчивости нелинейных динамических систем	
9		Тест
10	Основы математических методов исследования устойчивости нелинейных динамических систем	Практическая работа
11	Основные подходы к построению беспоисковых (аналитических) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами	
12	Базовые структуры беспоисковых прямых адаптивных систем для управления линейными объектами	Тест
13	Прямые и не прямые беспоисковые адаптивные системы с алгоритмами параметрической и сигнальной настройки и мажорирующими функциями	
14		
15	Математические модели многостепенных упругих механических объектов	Тест
16	Базовые структуры беспоисковых прямых адаптивных систем для управления линейными объектами	Практическая работа
17	Заключение	Тест

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя написание контрольных тестирований по каждой из следующих тем:

- Введение
- Динамические системы
- Кинематика и динамика роботов-манипуляторов
- Линейное управление манипуляторами
- Адаптивное управление жесткими роботами
- Основы математических методов исследования устойчивости нелинейных динамических систем

- Основные подходы к построению беспоисковых (аналитических) адаптивных систем управления нелинейными динамическими объектами
- Базовые структуры беспоисковых прямых адаптивных систем для управления линейными объектами
- Прямые и непрямые беспоисковые адаптивные системы с алгоритмами параметрической и сигнальной настройки и мажорирующими функциями
- Математические модели многостепенных упругих механических объектов

Контрольное тестирование по каждой из тем представляет 6 вопросов (либо с вариантами ответа, либо с опцией ввода ответа с клавиатуры), каждый правильный ответ оценивается в 0.5 балла (максимально возможное количество баллов за все тестирования - 30). Для допуска к экзамену студенту необходимо выполнить все контрольные тестирования.

на практических занятиях

Текущий контроль включает в себя выполнение 3 практических заданий в соответствии с темами практических занятий (максимально возможное количество баллов за практические задания - 20):

- Построение наблюдателя состояния для динамической системы (6 баллов)
- Пример исследования систем первого и второго порядков методом функций Ляпунова (6 баллов)
- Исследование адаптивной системы управления линейным объектом с параметрической настройкой (8 баллов)

Выполнение практических заданий студентами осуществляется индивидуально или в бригадах до 2 человек. Оформление отчета студентами осуществляется индивидуально или в количестве одного отчета на бригаду в соответствии

с принятыми в СПбГЭТУ правилами оформления студенческих работ. Отчет оформляется после выполнения экспериментальных исследований и представляется преподавателю на проверку. За каждый невыполненный/некорректно выполненный пункт задания оценка снижается на 1 балл. При сдаче практического задания позже установленного срока, оценка за задание снижается на 1 балл. Для допуска к экзамену студенту необходимо выполнить все практические задания.

самостоятельной работы студентов

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше, а также включает в себя:

- Выполнение тестов для самопроверки к видео-лекциям на платформе LETTeach (по 2 вопроса к каждому видео, максимально возможное количество баллов за все тесты для самопроверки - 10). Выполнение тестов для самопроверки не является обязательным для допуска к экзамену.
- Выполнение итогового контрольного тестирования на платформе LETTeach (40 вопросов либо с вариантами ответа, либо с опцией ввода ответа с клавиатуры, максимально возможное количество баллов за итоговое тестирование - 40). Выполнение итогового контрольного тестирования является обязательным для допуска к экзамену.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, экран, проектор, ПК, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Matlab R2020 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, меловая или маркерная доска, экран, проектор, ПК, ноутбук	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Matlab R2020 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше 3) Matlab R2020 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА