

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ОПОП ВО
профессор Д.А. Первухин**

**Проректор по образовательной
деятельности Д.Г. Петраков**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

СИНТЕЗ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	27.04.04 Управление в технических системах
Программа подготовки:	Анализ и синтез технических систем с распределёнными параметрами
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доцент И.М. Новожилов

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Синтез систем с распределенными параметрами»
составлена:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по *направлению подготовки «27.04.04 Управление в технических системах»*, утвержденного приказом Минобрнауки России № 942 от 11.08.2020 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по *направлению подготовки «27.04.04 Управление в технических системах»* направленность (профиль) «Анализ и синтез технических систем с распределёнными параметрами».

Составитель _____ к.т.н., доцент Новожилов И.М.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры системного анализа и управления от 01.02.2023 г., протокол № 10.

Заведующий кафедрой _____ профессор,
д.т.н. Первухин Д.А.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ:

Цель изучения дисциплины «Синтез систем с распределенными параметрами»:

- приобретение знаний о закономерностях и свойствах процессов управления техническими распределенными объектами независимо от их физической природы;
- обеспечение подготовки студентов к изучению в последующих семестрах ряда специальных дисциплин;
- приобретение навыков по исследованию и синтезу систем с распределенными параметрами.

Основными задачами дисциплины «Синтез систем с распределенными параметрами» являются:

изучение типичных схем и моделей управления на основе фундаментальных понятий, определений, принципов теории автоматического управления и средств математического аппарата систем с распределенными параметрами, формирование знаний о закономерностях и свойствах процессов управления техническими распределенными объектами независимо от их физической природы, формирование практических навыков работы с системами с распределенными параметрами.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ «СИНТЕЗ СИСТЕМ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ» В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Синтез систем с распределенными параметрами» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах», направленности (профиля) «Анализ и синтез технических систем с распределенными параметрами» и изучается в 4 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Синтез систем с распределенными параметрами» являются «Современные проблемы теории управления», «Компьютерные технологии управления в технических системах».

Особенностью дисциплины является изучение типичных схем и моделей управления на основе фундаментальных понятий, определений, принципов теории автоматического управления и средств математического аппарата систем с распределенными параметрами.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Синтез систем с распределенными параметрами» направлен на формирование следующих результатов обучения, представленных в таблице:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения	ОПК-2	ОПК-2.1. Уметь: формулировать частные задачи управления
		ОПК-2.2. Уметь: проводить анализ технологических процессов и этапов управления с целью нахождения слабых мест
Способен осуществлять оценку эффективности результатов разработки	ОПК-4	ОПК-4.3 Уметь: проводить математическое моделирование систем управления

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
систем управления математическими методами		
Способен выявлять трудоемкие операции	ПКС-3	ПКС-3.3. Уметь: разрабатывать специализированное программное обеспечение, обеспечивающее анализ структуры производственного процесса
		ПКС-3.4 Уметь: анализировать эффективность выполнения этапов производственных процессов, определять узкие места в производственных процессах
Способен владеть навыками анализа, разработки, моделирования и внедрения элементов и систем автоматизации производственных процессов	ПКС-4	ПКС-4.1 Знать: технические характеристики и функциональные возможности программных средств автоматизации
		ПКС-4.2 Уметь: проводить идентификацию и диагностику систем и средств управления
		ПКС-4.3. Уметь: проводить математическое и компьютерное моделирование на основе результатов экспериментальных и аналитических исследований, в том числе с разработкой специализированного программного обеспечения

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 часов).

Вид учебной работы	Всего часов	Часы по семестрам
		2
Аудиторные занятия (всего), в том числе:	48	48
Лекции	24	24
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Практические занятия (ПЗ)	12	12
Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего):	60	60
Подготовка к ЛР и ПР	60	60
Вид промежуточной аттестации (зачет - З, дифф. зачет – ДЗ, экзамен – Э)	Э(36)	Э(36)
Общая трудоемкость	144	144
час. зач. ед.	4	4

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование разделов	Общая трудоемкость (часов)				
		с занятия (всего)	Лекции	практические	лабораторные	самостоят. работа
1	Введение. Предмет курса и его задачи	6	4	–	–	10
2	Линейные модели распределённых объектов	10	4	–	4	10
3	Устойчивость систем с распределёнными параметрами	8	4	–	2	10
4	Распределённые звенья и блоки	8	4	4	2	10
5	Синтез регуляторов для систем с распределёнными параметрами	8	4	4	2	10
6	Заключение	8	4	4	2	10
	Итого:	48	24	12	12	60

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость, ак. ч.
1.	Введение. Предмет курса и его задачи	История развития теории автоматического управления. Состояние проблемы синтеза регуляторов для объектов с распределёнными параметрами.	6
2.	Линейные модели распределённых объектов	Описание распределённых объектов дифференциальными уравнениями. Описание распределённых объектов на основе импульсных переходных функций. Модальное представление распределённых объектов. Представление распределённых объектов в частотной области. Понятие пространственно-инвариантных объектов и систем.	10
3.	Устойчивость систем с распределёнными параметрами	Модальное представление распределённых объектов. Представление распределённых объектов в частотной области. Понятие пространственно-инвариантных объектов и систем. Достаточное условие устойчивости распределённых систем. Анализ устойчивости по дисперсионным соотношениям.	8
4.	Распределённые звенья и блоки	Распределённые звенья. Техническая реализация распределённых звеньев. Распределённый высокоточный регулятор. Распределённые блоки. Распределённый фильтр. Распределённый регулятор прямого действия. Упрощенная математическая модель распределённого регулятора прямого действия. Особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам.	8

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудо- ёмкость , ак. ч.
5.	Синтез регуляторов для систем с распределёнными параметрами	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР) для процессов, описываемых линейной системой дифференциальных уравнений. Синтез интегрального закона управления. Синтез регуляторов для распределённых систем управления с векторным входным воздействием.	8
6.	Заключение	Описание процесса вытяжки световодов. Математическая модель объекта управления. Конструктивные и теплофизические параметры камеры. Анализ объекта управления Система управления температурным полем камеры спекания световодов.	8
		Итого:	48

4.2.3. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоёмкость, ак. ч.
1.	2-й раздел	Методы исследования систем с распределёнными параметрами. Методы описания математических моделей, моделирование распределённых объектов. Понятие устойчивости вычислительных схем.	4
2.	3-й раздел	Оценка устойчивости СРП	2
3.	4-й раздел	Моделирование СРП	2
4.	5-й раздел	Методы синтеза систем с распределёнными параметрами: – АКОР для СРП; – параметрический синтез регуляторов; – частотный метод синтеза СРП; – методы синтеза нелинейных распределённых систем	2
5.	6-й раздел	Методы проектирования СРП	2
Итого:			12

4.2.4. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий	Трудоёмкость (час.)
1.	4-й раздел	Распределённые звенья. Техническая реализация распределённых звеньев. Распределённый высокоточный регулятор. Распределённые блоки. Распределённый фильтр.	2
2.	4-й раздел	Распределённый регулятор прямого действия. Упрощённая математическая модель распределённого регулятора прямого действия.	2
3.	5-й раздел	Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов (АКОР) для процессов, описываемых линейной системой дифференциальных уравнений. Синтез интегрального закона управления.	2
4.	5-й раздел	Синтез регуляторов для распределённых систем управления с векторным входным воздействием.	2
5.	6-й раздел	Описание процесса вытяжки световодов. Конструктивные и теплофизические параметры камеры. Анализ объекта управления. Математическая модель объекта управления. Система управления температурным полем камеры спекания световодов.	4
Итого:			12

4.2.5. Курсовая работа (проект)

№ п/п	Тематика курсовой работы (проекта)
1.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля печи индукционного нагрева».
2.	«Разработка распределенной системы управления температурным полем печи с импульсным источником нагрева».
3.	«Разработка системы управления температурным полем печи с релейным источником нагрева».

4.	«Разработка распределенной системы управления измерения температурного поля восходящего».
5.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля печи с импульсным источником нагрева на основе функции Грина».
6.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля пластины».
7.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля печи индукционного нагрева сеточными методами».
8.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля многослойной пластины».
9.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля цилиндра».
10.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля сферы».
11.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля куба».
12.	«Разработка распределенной системы управления температурного поля изотропного цилиндра».

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Семинарские занятия. Цели семинарских занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- обеспечить живое, творческое обсуждение учебного материала в форме дискуссии, обмена мнениями по рассматриваемым вопросам.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Организация самостоятельной работы студентов

Тема 1-2 «Линейные модели распределённых объектов»

Какие существуют основные формы представления распределённых объектов? Какие существуют подходы формирования пространственной формы? Как описать распределённые объекты дифференциальными уравнениями? Что такое математическая модель тепловых полей многослойной пластины? Как описать распределённые объекты на основе импульсных переходных функций? Что такое импульсные и переходные функции? Что такое модальное представление распределённых объектов? Как описать реакции объекта на каждую составляющую ряда? Что представляет собой совокупность передаточных функций? Использование чего, при моделировании, позволяет снять ограничение на шаг интегрирования по времени? Как представляются объекты в виде ряда Фурье? Что такое пространственные координаты? Что представляют граничные условия и входное воздействие? Что такое фазовые переменные? Что называют комплексным передаточным коэффициентом объекта для переменной? Что такое импульсные и переходные функции? Что называют комплексным передаточным коэффициентом для процесса распространения тепла? Каков принцип суперпозиции? Как раскрыть уравнение для определения неизвестной функции? Перечислите функции Бесселя первого и второго рода нулевого порядка?

Тема 3 «Устойчивость систем с распределёнными параметрами»

Каково достаточное условие устойчивости распределённых систем? Что есть замкнутая распределённая система со скалярной функцией? Какие существуют независимые контуры? Что такое аналитические функции? Как описать свободное движение в контуре? Перечислите контуры системы управления. Приведите доказательство устойчивости системы с распределёнными параметрами. Что такое отрицательные действительные части? Проанализируйте устойчивости по дисперсионным соотношениям. Каковы особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам?

Тема 4 «Распределённые звенья и блоки»

Что такое зависимость процессов регулирования? Каковы составляющие системы регулирования? Их свойства? Что представляет собой пространственно-усилительное звено? Что представляет собой пространственно-дифференцирующее звено? Что представляет собой пространственно-форсирующее звено? Что представляет собой пространственно-интегрирующее звено? Что представляет собой пространственно-изодромное звено? Перечислите отрицательные действительные части. Что есть техническая реализация распределённых звеньев? Что такое распределённый высокоточный регулятор? Что такое пространственно-усилительное звено? Представьте систему уравнений в матричном виде. Каковы пространственные звенья со специфическими свойствами? Что такое пространственно-волновое звено? Как происходит описание математической модели объекта волновым уравнением? Где используются регуляторы прямого действия? Как обеспечить отвод тепловой энергии? Чем служит блок-насос? Каковы изменения температурного поля? Как устроены конструкции регуляторов прямого действия? Какие существуют свойства распределённых блоков? Приведите доказательство возможности преобразования сигнала. Каковы коэффициенты блока рассмотренной структуры? Как выглядит структурная схема распределённого блока? Что такое определитель Вандермонда? Постройте график реализации статического коэффициента усиления. Что представляет собой распределённый блок с вычисленными параметрами?

Тема 5 - 6 «Синтез регуляторов для систем с распределёнными параметрами»

Перечислите известные направления решения данной проблемы? Что такое аналитическое конструирование оптимальных регуляторов? Что представляют собой однородные граничные условия? Перечислите заданные весовые функции? Как

определяется статическая точность системы? Определите формулу статического коэффициента передачи. Что такое частотный метод синтеза регуляторов? Опишите процедуру синтеза. Вычислите запасы устойчивости по фазе. Что такое графическая интерпретация критерия Найквиста? Перечислите общие замечания к синтезу систем. Что такое передаточная матрица разомкнутой системы? Перечислите свойства пространственной инвариантности. Как происходит формирование структуры передаточной матрицы регулятора? Как представить входное воздействие в виде ряда Фурье? Что такое вид передаточной матрицы разомкнутой системы? Опишите матрицу комплексных передаточных коэффициентов разомкнутой системы. Что такое синтез распределенных систем управления с векторным воздействием? Что позволяет синтезировать распределенный регулятор? Определите дискретную форму записи условия пространственной инвариантности? Что представляет собой синтез многомерных систем управления? Что такое синтез регулятора? Как определить запасы устойчивости? Как происходит моделирование работы замкнутой системы? Какие существуют общие замечания к синтезу регуляторов многомерных систем?

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

1. Какие существуют основные формы представления распределенных объектов?
2. Какие существуют подходы формирования пространственной формы?
3. Как описать распределенные объекты дифференциальными уравнениями?
4. Что такое математическая модель тепловых полей многослойной пластины?
5. Как описать распределенные объекты на основе импульсных переходных функций?
6. Что такое импульсные и переходные функции?
7. Что такое модальное представление распределенных объектов?
8. Как описать реакции объекта на каждую составляющую ряда?
9. Что представляет собой совокупность передаточных функций?
10. Использование чего, при моделировании, позволяет снять ограничение на шаг интегрирования по времени?
11. Как представляются объекты в виде ряда Фурье?
12. Что такое пространственные координаты?
13. Что представляют граничные условия и входное воздействие?
14. Что такое фазовые переменные?
15. Что называют комплексным передаточным коэффициентом объекта для переменной?
16. Что такое импульсные и переходные функции?
17. Что называют комплексным передаточным коэффициентом для процесса распространения тепла?
18. Каков принцип суперпозиции?
19. Как раскрыть уравнение для определения неизвестной функции?
20. Перечислите функции Бесселя первого и второго рода нулевого порядка?
21. Каково достаточное условие устойчивости распределенных систем?
22. Что есть замкнутая распределенная система со скалярной функцией?
23. Какие существуют независимые контуры?
24. Что такое аналитические функции?
25. Как описать свободное движение в контуре?
26. Перечислите контуры системы управления.
27. Приведите доказательство устойчивости системы с распределенными параметрами. Что такое отрицательные действительные части?
28. Проанализируйте устойчивости по дисперсионным соотношениям.

29. Каковы особенности применения критерия Найквиста к пространственно-инвариантным системам?
30. Что такое зависимость процессов регулирования?
31. Каковы составляющие системы регулирования? Их свойства?
32. Что представляет собой пространственно-усилительное звено?
33. Что представляет собой пространственно-дифференцирующее звено?
34. Что представляет собой пространственно-форсирующее звено?
35. Что представляет собой пространственно-интегрирующее звено?
36. Что представляет собой пространственно-изодромное звено?
37. Перечислите отрицательные действительные части.
38. Что есть техническая реализация распределенных звеньев?
39. Что такое распределенный высокоточный регулятор?
40. Что такое пространственно-усилительное звено?
41. Представьте систему уравнений в матричном виде.
42. Каковы пространственные звенья со специфическими свойствами?
43. Что такое пространственно-волновое звено?
44. Как происходит описание математической модели объекта волновым уравнением?
45. Где используются регуляторы прямого действия?
46. Как обеспечить отвод тепловой энергии?
47. Чем служит блок-насос?
48. Каковы изменения температурного поля?
49. Как устроены конструкции регуляторов прямого действия?
50. Какие существуют свойства распределенных блоков?
51. Приведите доказательство возможности преобразования сигнала.
52. Каковы коэффициенты блока рассмотренной структуры?
53. Как выглядит структурная схема распределенного блока?
54. Что такое определитель Вандермонда?
55. Постройте график реализации статического коэффициента усиления.
56. Что представляет собой распределенный блок с вычисленными параметрами?
57. Перечислите известные направления решения данной проблемы?
58. Что такое аналитическое конструирование оптимальных регуляторов?
59. Что представляют собой однородные граничные условия?
60. Перечислите заданные весовые функции?
61. Как определяется статическая точность системы?
62. Определите формулу статического коэффициента передачи.
63. Что такое частотный метод синтеза регуляторов?
64. Опишите процедуру синтеза.
65. Вычислите запасы устойчивости по фазе.
66. Что такое графическая интерпретация критерия Найквиста?
67. Перечислите общие замечания к синтезу систем.
68. Что такое передаточная матрица разомкнутой системы?
69. Перечислите свойства пространственной инвариантности.
70. Как происходит формирование структуры передаточной матрицы регулятора?
71. Как представить входное воздействие в виде ряда Фурье?
72. Что такое вид передаточной матрицы разомкнутой системы?
73. Опишите матрицу комплексных передаточных коэффициентов разомкнутой системы.
74. Что такое синтез распределенных систем управления с векторным воздействием?
75. Что позволяет синтезировать распределенный регулятор?

76. Определите дискретную форму записи условия пространственной инвариантности?

77. Что представляет собой синтез многомерных систем управления?

78. Что такое синтез регулятора?

79. Как определить запасы устойчивости?

80. Как происходит моделирование работы замкнутой системы?

81. Какие существуют общие замечания к синтезу регуляторов многомерных систем?

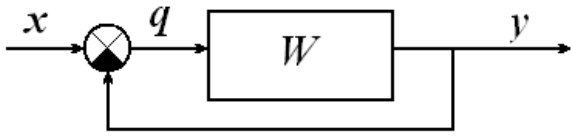
6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

Вариант 1

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	Системой называется:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Декартово пересечение множеств функций входа X и функций выхода Y 2. Множество функций входа X 3. Множество функций выхода Y 4. Нет правильного ответа
2	Все объекты управления могут быть разделены на следующие виды:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Линейные и нелинейные 2. С сосредоточенными и с распределенными параметрами 3. Стохастические и детерминированные 4. Квадратичные и распределенные
3	Система управления с отрицательной обратной связью:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не стабилизирует регулируемую величину, а отклоняет ее к одному из крайних значений 2. Регулируемая величина вычитается из заданной, поэтому на выходе узла сравнения сигнал рассогласования уменьшается 3. Регулируемая величина изменяется независимо от сигнала рассогласования 4. С регулируемой величиной ничего не происходит
4	Характерные особенности статической системы регулирования:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Равновесие системы возможно только при единственном значении 2. Регулируемой величины, причем это значение равно заданному 3. Равновесие системы возможно при различных значениях регулируемой величины 4. Регулирующий орган должен иметь возможность занимать различные
5	В какой системе регулирования каждому значению регулируемой величины соответствует определенное положение регулирующего органа?	<ol style="list-style-type: none"> 1. Астатическое регулирование 2. Статическое регулирование 3. Динамическое регулирование 4. Экстремальное регулирование
6	Система управления называется статической, если:	<ol style="list-style-type: none"> 1. При постоянном входном воздействии ошибка управления стремится к нулю вне зависимости от величины воздействия 2. При постоянном входном воздействии ошибка управления стремится к постоянному значению, зависящему от

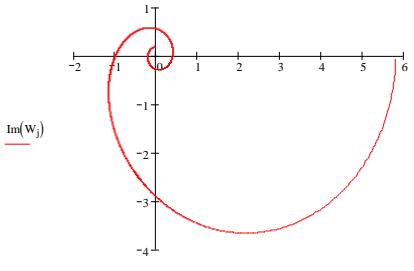
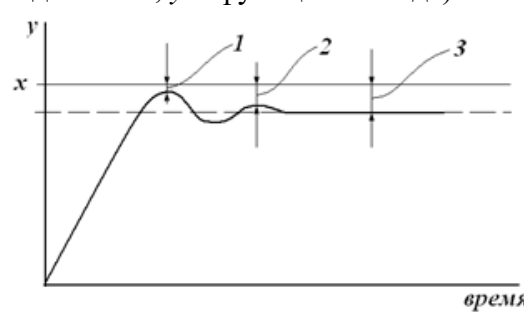
		<p>величины воздействия</p> <p>3. При постоянном входном воздействии сигнал на выходе объекта управления непрерывно растет с постоянной скоростью, ускорением и т.д.</p> <p>4. При постоянном входном воздействии сигнал на выходе объекта управления непрерывно снижается с постоянной скоростью, ускорением и т.д.</p>
7	Переходный процесс – это:	<p>1. Реакция объекта на синусоидальный сигнал на входе при заданных начальных условиях</p> <p>2. Реакция объекта на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях</p> <p>3. Реакция объекта на синусоидальный сигнал на входе при нулевых начальных условиях</p> <p>4. Переход системы от одного установившегося режима к другому при каких-либо входных воздействиях</p>
8	Нелинейной системой называется?	<p>1. Система, которая не содержит звеньев и описывается нелинейным уравнением</p> <p>2. Система, которая содержит хотя бы одно звено, описываемое нелинейным уравнением</p> <p>3. Система, которая содержит несколько звеньев и описывается нелинейным уравнением.</p> <p>4. Система, которая не содержит звеньев и описывается линейным уравнением</p>
9	Если колебания системы вызваны действием входных воздействий, то они называются?	<p>1. Самостоятельными</p> <p>2. Частичными</p> <p>3. Вынужденными</p> <p>4. Систематическими</p>
10	Регулятор – устройство, обеспечивающее поддержание заданного значения:	<p>1. Внешнего воздействия</p> <p>2. Задающего воздействия</p> <p>3. Управляющего воздействия</p> <p>4. Регулируемой величины</p>
11	Задача регулирования:	<p>1. Доведение выходной величины объекта регулирования до заданного определенного значения и удержания ее на данном значении с учетом влияния возмущающих воздействий</p> <p>2. Стабилизация внешнего воздействия</p> <p>3. Регулирование возмущающих воздействий</p> <p>4. Стабилизация возмущающих воздействий</p>

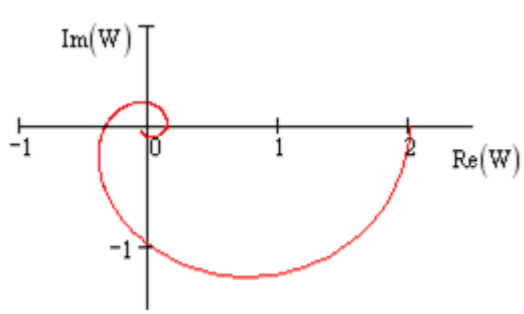
12	Динамической системой называют:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Систему, описываемую линейными уравнениями 2. Систему, описываемую дифференциальными уравнениями и имеющую два вида величин связанных однонаправленной связью таким образом, что функция входа не зависит от параметров функции выхода 3. Систему, описываемую дифференциальными уравнениями 4. Систему, описываемую дифференциальными уравнениями и имеющую два вида величин связанных однонаправленной связью таким образом, что функция входа зависит от параметров функции выхода
13	Передаточная функция дифференцирующего звена может быть записана в виде:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = T \cdot p$ 2. $W = k + T \cdot p$ 3. $W = \frac{1}{T \cdot p}$ 4. $W = T \cdot p + k$ <p>где p - оператор Лапласа</p>
14	Критерий Найквиста, в теории автоматического управления, это:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Критерий для определения расположения корней характеристических уравнений 2. Критерий согласия 3. Критерий устойчивости 4. Критерий состояния системы
15	Под структурой системы (объекта) понимают:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиальная схема 2. Концептуальная модель 3. Элементы системы 4. Причинно-следственную связь между элементами направленного действия
16	Выражение связи функций входа (f) и выхода (y) при последовательном соединении 3-х элементов типовой структуры:	<ol style="list-style-type: none"> 1. $y = w1 \cdot w2 \cdot w3 \cdot f$ 2. $y = (w1 + w2 + w3) \cdot f$ 3. $y = w1 + w2 + w3 + f$ 4. $y = (w1 - w2 - w3) \cdot f$

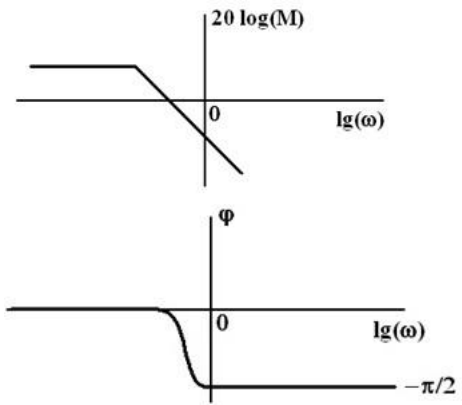
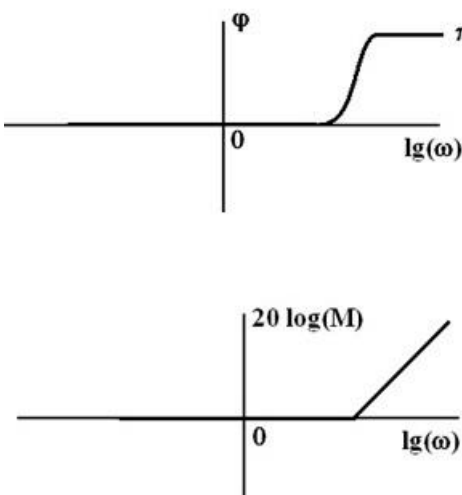
17	<p>Суммарный угол поворота фазы характеристического полинома, в случае если все корни находятся в левой полуплоскости, согласно критерию устойчивости Михайлова, будет равен: где n - число корней (степень характеристического полинома)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $n \cdot \frac{\pi}{4}$ 2. $n \cdot \frac{\pi}{2}$ 3. $n \cdot \frac{\pi}{6}$ 4. $n \cdot \frac{\pi}{12}$ <p>где n - число корней (степень характеристического полинома)</p>
18	<p>Передаточная функция замкнутой системы представленной в виде</p>  <p>может быть записана в виде следующего соотношения:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = \frac{W}{W+1} = \frac{y}{x}$ 2. $W = \frac{W+1}{W} = \frac{y}{x}$ 3. $W = \frac{W+1}{W} = \frac{x}{y}$ 4. $W = \frac{W+1}{W-1} = \frac{x}{y}$
19	<p>Соотношения для определения модуля и фазы передаточной функции</p> $W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1}, \text{ где } p = j\omega - \text{оператор Лапласа}$ <p>могут быть представлены в виде:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot \omega^2 + 1}}, \varphi = -\arctg(T \cdot \omega)$ 2. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot \omega^2 + 1}}, \varphi = -\arctg(T \cdot \omega) - T \cdot \omega$ 3. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot p^2 + 1}}, \varphi = -\arctg(T \cdot p)$ 4. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot p^2}}, \varphi = -\arctg(T \cdot p)$
20	<p>Передаточная функция усилительного звена может быть записана в виде:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = k$ 2. $W = -k$ 3. $W = k - T \cdot p$ 4. $W = k + T + p$

где P - оператор Лапласа

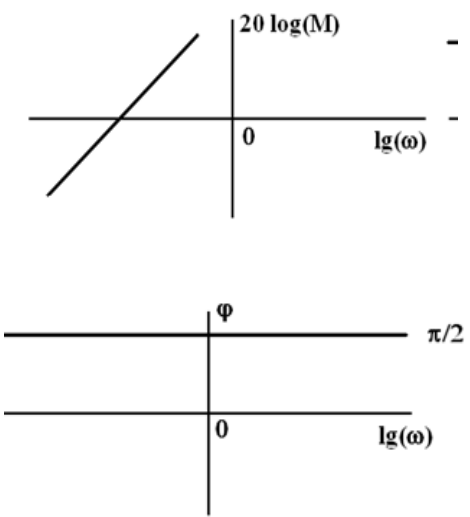
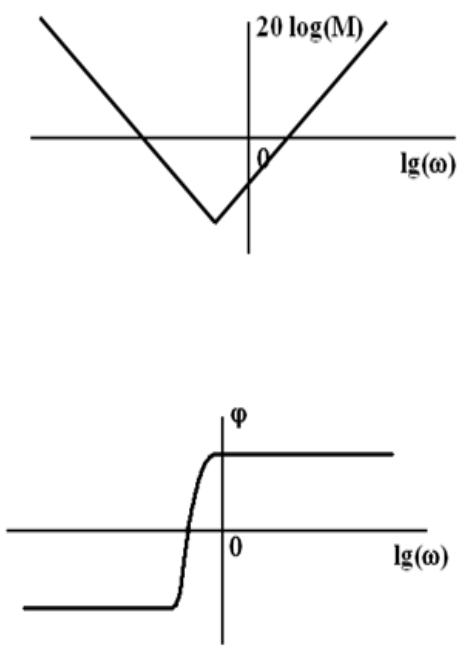
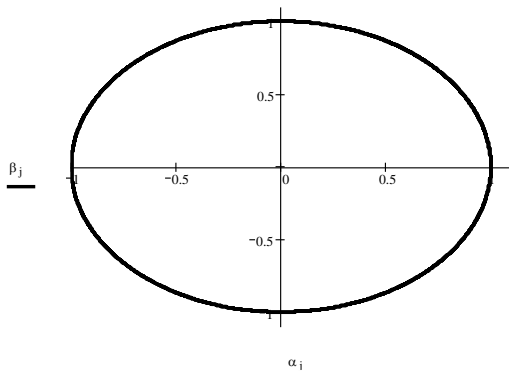
Вариант 2

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	<p>Разомкнутая система, имеющая следующую амплитудно-фазовую частотную характеристику согласно Критерию устойчивости Найквиста:</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Устойчива 2. Неустойчива 3. Находится на границе устойчивости 4. Система замкнута
2	<p>При синтезе статического закона управления запас устойчивости по фазе откладывается:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\frac{\pi}{2}$ 2. $\frac{\pi}{2}$ 3. $-\frac{\pi}{2}$ 4. $-\pi$
3	<p>Ошибка регулирования замкнутой системы, при известном коэффициенте усиления регулятора k, в статическом режиме может быть определена из соотношения</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $\Delta = \frac{1}{k-1}$ 2. $\Delta = \frac{1}{k+1}$ 3. $\Delta = \frac{1}{k}$ 4. $\Delta = \frac{1}{-k}$
4	<p>Где на графике показана статическая ошибка регулирования (если x – входное воздействие, y – функция выхода)?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Позиция 1 2. Позиция 2 3. Позиция 3 4. Нет верной позиции
5	<p>Интегрирующее звено вносит фазовый сдвиг в систему равный:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. π 2. $-\pi$

		3. $\frac{\pi}{2}$ 4. $-\frac{\pi}{2}$
6	Какой наклон среднечастотной асимптоты имеет интегрирующее звено $\left(\frac{1}{T \cdot p}\right)$?	1. -40дБ/дек. 2. -20дБ/дек. 3. 40дБ/дек. 4. 20дБ/дек.
7	Амплитудно-фазовая частотная характеристика передаточной функции W представленной в виде звена $W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1} \cdot e^{-p\tau}$ может иметь следующий вид  <p style="text-align: right;">если</p> круговая частота ω изменяется:	1. от нуля до минус бесконечности 2. от минус бесконечности до плюс бесконечности 3. от нуля до бесконечности 4. от минус единицы до плюс единицы
8	Какое соотношения используются для определения модуля и фазы форсирующего звена $W(p) = \frac{k}{T \cdot p + 1}$, где $p = j\omega$ (комплексная частота)?	1. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot \omega^2 + 1}}, \varphi = \arctg(T \cdot \omega)$ 2. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot \omega^2 + 1}}, \varphi = -\arctg(T \cdot \omega) - T \cdot \omega$ 3. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot p^2 + 1}}, \varphi = -\arctg(T \cdot p)$ 4. $M = \frac{k}{\sqrt{T^2 \cdot p^2}}, \varphi = -\arctg(T \cdot p)$

9	<p>ЛАЧХ и ФЧХ какого звена представлены на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Форсирующее 2. Изодромное 3. Аperiodическое 4. Интегрирующее
10	<p>Какой наклон среднечастотной асимптоты имеет звено, передаточная функция которого может быть записана в виде $\left(\frac{1}{T^2 \cdot p^2}\right)$?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. -20 дБ/дек. 2. -40 дБ/дек. 3. 20 дБ/дек. 4. 40 дБ/дек.
11	<p>АЧХ и ФЧХ какого звена представлены на рисунке?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Изодромное 2. Аperiodическое 3. Форсирующее 4. Интегрирующее
12	<p>Где на графике показано перерегулирование (если x – входное воздействие, y – функция выхода)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Позиция 2 2. Позиция 1 3. Позиция 3 4. Нет верной позиции

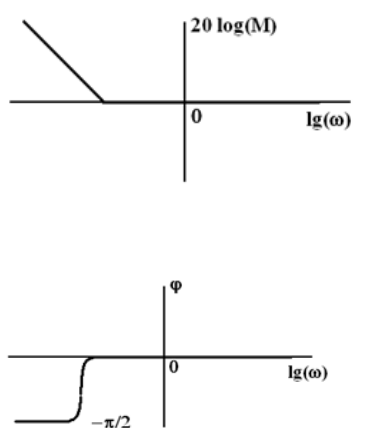
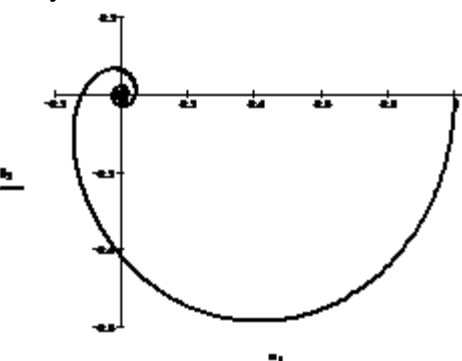
13	<p>Как записывается передаточная функция дифференцирующего звена?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = T \cdot p + 1$ 2. $W = T \cdot p - 1$ 3. $W = T \cdot p$ 4. $W = \frac{1}{T \cdot p}$
14	<p>Амплитудно-фазовая частотная характеристика передаточной функции W представленной в виде апериодического звена с чистым запаздыванием может иметь следующий вид</p> <p>если круговая частота ω изменяется:</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. От 0 до бесконечности 2. От нуля до минус бесконечности 3. От минус бесконечности до плюс бесконечности 4. Ни один вариант не достоверен
15	<p>В каком виде может быть записана передаточная функция апериодического звена: где p - оператор Лапласа</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = \frac{k}{T \cdot p + 1}$ 2. $W = \frac{k}{T \cdot p}$ 3. $W = \frac{1}{T \cdot p + 1}$ 4. $W = \frac{k}{p}$
16	<p>ЛАЧХ и ФЧХ какого звена представлены на рисунке?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интегрирующего 2. Издромного 3. Форсирующее

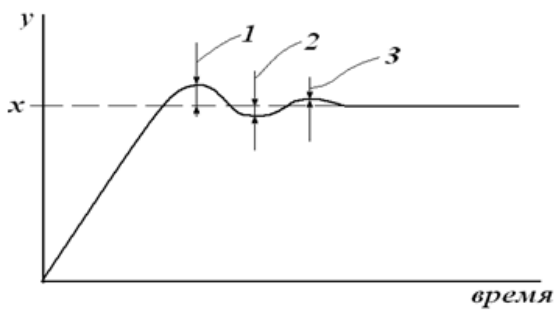
		4. Дифференцирующего
17	<p>Частотная характеристика, какого блока представлена на рисунке</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пропорционально-интегрального 2. Пропорционально-дифференциального 3. Пропорционально-интегро-дифференциального 4. Ни один вариант не допустим
18	<p>Какое из звеньев обладает следующей АФЧХ?</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Апериодическое 2. Интегральное 3. Чистое запаздывание 4. Изотропное

19	При синтезе какого закона управления запас устойчивости по фазе откладывается от $-\pi/2$:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пропорционального 2. Пропорционально-интегрального 3. Пропорционально-интегро-дифференциального 4. Дифференциального
20	<p>ЛАЧХ и ФЧХ какого звена представлены на рисунке?</p> <p>The figure shows two Bode plots for a transfer function. The top plot is the magnitude plot, with the vertical axis labeled $20 \log(M)$ and the horizontal axis labeled $\lg(\omega)$. The plot shows a straight line with a negative slope of -20 dB/decade, crossing the 0 dB line at $\lg(\omega) = 0$. The bottom plot is the phase plot, with the vertical axis labeled Φ and the horizontal axis labeled $\lg(\omega)$. The plot shows a horizontal line at $\Phi = -\pi/2$, indicating a constant phase shift of -90 degrees across the frequency range.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Интегрирующего 2. Изодромного 3. Дифференцирующего 4. Форсирующее

Вариант 3

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
1	<p>Для того, что бы перейти к пространству состояний, необходимо заменить оператор Лапласа p в передаточной функции</p> $W = \frac{k}{T \cdot p + 1} \cdot e^{-p \cdot \tau}$ <p>на...?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. dt 2. $\frac{d}{dx}$ 3. $\frac{d}{dy}$ 4. $\frac{d}{dt}$
2	<p>Входное воздействие на распределенный объект можно представить в виде:</p> <p>где x - пространственная координата, ψ - пространственная частота?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(x) = \sum_{i=1}^N A_i \cdot \sin(x)$ 2. $f(x) = \sum_{i=1}^N A_i \cdot \sin(\psi_i \cdot x)$ 3. $f(x) = \sum_{i=1}^N A_i \cdot \sin(\psi_i)$ 4. Ни один вариант не достоверен
3	<p>Входное воздействие на распределенный объект можно представить в виде:</p> <p>где x - пространственная координата, ψ - пространственная частота, τ - время?</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. $f(x, \tau) = \sum_{i=1}^N A_i \cdot \sin(\psi_i \cdot x \cdot \tau)$

		$2. f(x, \tau) = \sum_{i=1}^N A_i \cdot \sin(\psi_i \cdot \tau)$ $3. f(x, \tau) = \sum_{i=1}^N A_i \cdot \sin(\psi_i \cdot x)$ <p>4. Ни один вариант не достоверен</p>
4	<p>ЛАЧХ и ФЧХ какого звена представлены на рисунке?</p> 	<p>1. Изодромного 2. Дифференцирующего 3. Форсирующего 4. Аperiodического</p>
5	<p>Если известна статическая ошибка регулирования, коэффициент усиления регулятора можно определить из соотношения:</p>	<p>1. $k = \frac{1}{\Delta}$ 2. $k = \Delta - 1$ 3. $k = \frac{1}{\Delta} - 1$ 4. Ни один вариант не достоверен</p>
6	<p>Какое из указанных звеньев обладает следующей АФЧХ?</p> 	<p>1. Аperiodическое 2. Аperiodическое с чистым запаздыванием 3. Чистое запаздывание 4. Форсирующее звено</p>
7	<p>Какой закон управления вносит в систему фазовый сдвиг равный 0, в области частоты среза?</p>	<p>1. Ни один из перечисленных 2. Пропорционально-интегро-дифференциальный 3. Пропорциональный 4. Дифференциальный</p>
8	<p>При синтезе какого закона управления запас устойчивости по фазе откладывается от $-\pi$?</p>	<p>1. Пропорционального 2. Пропорционально-интегро-дифференциального 3. Допустимы оба варианта 4. Оба варианта не допустимы</p>
9	<p>Какой наклон среднечастотной асимптоты</p>	<p>1. 20 дБ/дек.</p>

	имеет дифференцирующее звено ($T \cdot p$)?	2.-20 дБ/дек. 3.-40 дБ/дек. 4. 40 дБ/дек.
10	Совокупность фазовых траекторий для всевозможных изменений начальных состояний называют:	1. Логарифмической характеристикой системы 2. Частотной характеристикой системы 3. Условиями абсолютной нелинейности 4. Фазовым портретом системы
11	Математическая модель нагревательной камеры в трехмерной декартовой системе координат может быть записана в виде:	1. $\frac{\partial T(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial T(\dots)}{\partial x^2} + \frac{\partial T(\dots)}{\partial y^2} + \frac{\partial T(\dots)}{\partial z^2} \right)$ 2. $\frac{\partial T(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial x} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial y} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial z} \right)$ 3. $\frac{\partial T(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial z^2} \right)$ 4. Ни один вариант не допустим
12	В дифференциальном уравнении теплопроводности $\frac{\partial T(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial z^2} \right)$, параметр $\partial \tau$ - это:	1. Переменная 2. Функция температуры 3. Шаг дискретизации по времени 4. Пространственная координата
13	Где на графике показано перерегулирование (если x – входное воздействие, y – функция выхода) 	1. Позиция 1 2. Позиция 2 3. Позиция 3 4. Некорректный вопрос
14	В теории управления известны следующие принципы управления:	1. Принцип программного управления и принцип регулирования по отклонению 2. Принцип программного управления и принцип компенсации 3. Принцип программного управления, принцип компенсации и принцип регулирования по отклонению 4. Ни один из вариантов
15	Все объекты управления могут быть разделены на следующие виды:	1. Линейные и нелинейные 2. С сосредоточенными и с распределенными параметрами 3. Стохастические и детерминированные 4. Аналоговые и дискретные
16	В дифференциальном уравнении теплопроводности	1. Шаги дискретизации по пространственным координатам

	$\frac{\partial T(x, y, z, \tau)}{\partial \tau} = a \cdot \left(\frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T(\dots)}{\partial z^2} \right)$ <p>, параметры $\partial x, \partial y, \partial z$ - это:</p>	2. Постоянные (переменные) числа 3. Допустимы оба варианта 4. Оба варианта не допустимы
17	Распределенные объекты (систем) описываются с использованием:	1. Дифференциальных уравнений в частных производных и передаточных функций 2. Временных и частотных характеристик 3. Допустимы оба варианта 4. Оба варианта не допустимы
18	Импульсная переходная функция характеризует реакцию системы:	1. На реакцию системы на нелинейное входное воздействие 2. На единичный идеальный импульс 3. На единичную ступенчатую функцию 4. На гармоническое входное воздействие
19	Переходная характеристика характеризует реакцию системы:	1. На единичную ступенчатую функцию 2. На единичный идеальный импульс $\delta(t)$ 3. На реакцию системы на нелинейное входное воздействие 4. На гармоническое входное воздействие
20	Комплексная передаточная функция характеризует реакцию системы:	1. На гармоническое входное воздействие 2. На единичный идеальный импульс $\delta(t)$ 3. На нелинейную функцию 4. Ни один ответ не верен

6.2.3. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамена)

Примерная шкала оценивания знаний при тестовой форме проведения экзамена:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и	Посещение не менее 85 % лекционных и

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
		практических занятий	практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы, срокам сдачи заданий, порядке проведения экзамена. Информацию о графике выполнения самостоятельных работ и критериях оценки учебной работы студента преподаватель сообщает на первой лекции курса (сайт http://old.spmi.ru/stud/stud_14173).

Для организации и контроля учебной работы студентов используется метод ежемесячной аттестации обучающегося по итогам выполнения текущих аудиторных и самостоятельных (внеаудиторных) работ. Форма промежуточной аттестации: экзамен.

7.1. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов (далее - СРС) - обязательная и неотъемлемая часть учебной работы студента по данной учебной дисциплине. Объемы и виды трудозатрат по всем отдельным видам СРС регламентируются приказом или распоряжением ректора «О составлении графиков выполнения студентами самостоятельных работ на предстоящий семестр обучения» и оформляются отдельным документом «График самостоятельных работ студента». При составлении графиков

кафедра руководствуется утвержденными программами учебных дисциплин и другими методическими разработками, обеспечивающими эффективное обучение студентов в течение всего семестра. Общие планируемые затраты времени на выполнение всех видов аудиторных и внеаудиторных заданий соответствуют бюджету времени работы студентов, предусмотренному учебными планами по дисциплине в текущем семестре.

Перечни аудиторных и внеаудиторных занятий и заданий (коллоквиумы, курсовые проекты и работы, расчетно-графические задания и работы, учебно-исследовательские работы и другие задания), вносимых в графики СРС, определяются в соответствии с программами учебных дисциплин.

Примерные нормы трудоемкости отдельных видов самостоятельной работы студентов для составления графиков на семестр: домашнее задание (комплект задач): 6-8 ч; подготовка к контрольной работе: 3 ч; оформление лабораторной работы: 2 ч.

Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Практическому занятию, лабораторной работе и самостоятельному изучению материала, как правило, предшествует лекция. На лекции даются указания по организации самостоятельной работы и срокам сдачи заданий или прохождения тестирования. Информация о временном графике работ и рейтинг-план студента сообщается преподавателем на первой лекции курса.

7.2. Работа с книгой

Изучать курс рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об излагаемых вопросах, а также отмечать трудные или неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и их выводы, а также принципы составления уравнений реакций. Рекомендуется вникать в сущность того или иного вопроса, но не пытаться запомнить отдельные факты и явления. Изучение любого вопроса на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений способствует более глубокому и прочному усвоению материала.

Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы и уравнения реакций, математические зависимости и их выводы и т.п. Весьма целесообразно пытаться систематизировать учебный материал, проводить обобщение разнообразных фактов, сводить их в таблицы. Такая методика облегчает запоминание и уменьшает объем конспектируемого материала.

Изучая курс, полезно обращаться и к предметному указателю в конце книги и глоссарию (словарю терминов). Пока тот или иной раздел не усвоен, переходить к изучению новых разделов не следует. Краткий конспект курса будет полезен при повторении материала в период подготовки к экзамену.

Изучение курса должно обязательно сопровождаться выполнением упражнений и решением задач. Решение задач - один из лучших методов прочного усвоения, проверки и закрепления теоретического материала. Этой же цели служат вопросы для самопроверки и тренировочные тесты, позволяющие контролировать степень успешности изучения учебного материала.

7.3. Консультации

Изучение дисциплины проходит под руководством преподавателя на базе делового сотрудничества. В случае затруднений, возникающих при изучении учебной дисциплины, студентам следует обращаться за консультацией к преподавателю, реализуя различные

коммуникационные возможности: очные консультации (непосредственно в университете в часы приема преподавателя), заочные консультации (посредством электронной почты).

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

8.1. Основная литература

1. Мирянова В. Н. Параметрическая устойчивость и качество систем управления тепловыми объектами с распределенными параметрами: Монография/Мирянова В.Н. - М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 166 с.: 60x90 1/16. - (Научная книга) (Обложка) ISBN 978-5-9558-0492-7
Режим доступа – <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=544682>
2. Панкратов В. В. Избранные разделы современной теории автоматического управления/Панкратов В.В., Нос О.В., Зима Е.А. - Новосиб.: НГТУ, 2011. - 223 с.: ISBN 978-5-7782-1810-9
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=548433>
3. Глазырин Г. В. Теория автоматического регулирования / Глазырин Г.В. - Новосиб.: НГТУ, 2014. - 168 с.: ISBN 978-5-7782-2473-5
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558731>
4. Тихомирова А. Н. Теория принятия решений: Электронная публикация / Тихомирова А.Н., Матросова Е.В. - М.: КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 68 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-906818-18-8
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=767634>
5. Жмудь В. А. Моделирование, исследование и оптимизация замкнутых систем автоматического управления / Жмудь В.А. - Новосиб.: НГТУ, 2012. - 335 с.: ISBN 978-5-7782-2162-8
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=558840>
6. Пантелеев А. В. Теория управления в примерах и задачах: учебное пособие, 2-е изд., стереотип.: учебное пособие, - 2-е изд. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 584 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011862-8
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=542627>

8.2. Дополнительная литература

1. Мирянова В.Н. Параметрическая устойчивость и качество систем управления тепловыми объектами с распределенными параметрами. М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2016. 166 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=544682>
2. Петров Ю.П. Новые главы теории управления и компьютерных вычислений: методическое пособие. СПб: БХВ-Петербург, 2015. 193 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=940343>
3. Пантелеев А.В., Бортакоский А.С. Теория управления в примерах и задачах: учебное пособие, 2-е изд. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. 584 с. [Электронный ресурс] – <http://znanium.com/bookread2.php?book=542627>

8.3. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Информационно-издательский центр по геологии и недропользованию Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - ООО "ГЕОИНФОРММАРК"- <http://www.geoinform.ru/>
3. Информационно-аналитический центр «Минерал» - <http://www.mineral.ru/>
4. КонсультантПлюс: справочно - поисковая система [Электронный ресурс]. - www.consultant.ru/.
5. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>
6. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
7. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
8. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>
<https://e.lanbook.com/books>.
9. Поисковые системы Yandex, Google, Rambler, Yahoo и др.
10. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] www.garant.ru/.
11. Термические константы веществ. Электронная база данных, <http://www.chem.msu.su/cgi-bin/tkv.pl>
12. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»
13. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):
14. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
15. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru.
16. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»». <http://rucont.ru/>
17. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

8.4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента

1. Ильюшин Ю.В. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине
Режим доступа <http://ior.spmi.ru>
2. Ильюшин Ю.В. Методические указания по выполнению курсовых работ (проектов)
Режим доступа <http://ior.spmi.ru>
3. Ильюшин Ю.В. Методические указания для подготовки к лабораторным, практическим (семинарским) занятиям
Режим доступа <http://ior.spmi.ru>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

1. Аудитория 3501
Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 29 посадочных мест. Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 7 шт., стул – 30 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт., компьютер – 14 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»)
Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Windows XP Professional (ГК № 797-09/09 от 14.09.09) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 (обслуживание до 2020 года) MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012)
2. Аудитория 3502
Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 10 посадочных мест. Мультимедийный проектор – 1 шт., стол – 10 шт., стул – 17 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт., компьютер – 13 шт. (возможность доступа к сети «Интернет»).

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (ГК № 1464-12/10 от 15.12.10) Microsoft Office 2010 Professional Plus (Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года) MathCad Education (Договор №1134-11/12 от 28.11.2012)

3. Аудитория 3515

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 88 посадочных мест. Парты – 48 шт., стул – 9 шт.

4. Аудитория 3524а

Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 52 посадочных места. Мультимедийный проектор – 1 шт., видеопрезентер Elmo – 1 шт., коммутатор Конвертор RGB сигнала Kramer – 1 шт., микшер-усилитель Dynacord – 1 шт., стол – 52 шт., стул – 52 шт., АРМ преподавателя ПК (системный блок, монитор) – 1 шт. Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows XP Professional (ГК № 797-09/09 от 14.09.09) Microsoft Office 2007 Professional Plus (Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009 (обслуживание до 2020 года)

9.2. Помещения для самостоятельной работы:

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» (обслуживание до 2020 года) ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования" (обслуживание до 2020 года) Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года), Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» (обслуживание до 2020 года) ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года),

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 (обслуживание до 2020 года), Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012 (обслуживание до 2020 года) Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007 (обслуживание до 2020 года)

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 (обслуживание до 2020 года).

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 (обслуживание до 2020 года). CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения» (обслуживание до 2020 года). Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1. Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

9.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

9.4. Лицензионное программное обеспечение

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011)

4. MathCad Education, Договор №1134-11/12 от 28.11.2012 "На поставку программного обеспечения"

5. LabView Professional, ГК №1142912/09 от 04.12.2009 "На поставку программного обеспечения"