

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Новомосковский институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»

И.о. директора НИ (ф) РХТУ им. Д.И. Менделеева

УТВЕРЖДАЮ

Земляков Ю.Д.

« 31 »

2017 г.



Рабочая программа дисциплины

Теория автоматического управления

Уровень высшего образования Бакалавриат

Направление подготовки 15.03.04

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Направленность (профиль) подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника Бакалавр

(бакалавр, магистр, дипломированный специалист)

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

г. Новомосковск – 2017г.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» направленность «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 200.

Разработчик (ки):

НИ РХТУ
(место работы)

д.т.н, профессор

(подпись)

/Вент Д.П./

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Автоматизация производственных процессов

Протокол № 1 от 31.08 2017

Зав.кафедрой,

д.т.н, профессор

(подпись)

/Вент Д.П./

Эксперт:

АО "НАК "Азот" Ведущий инженер ЦДРТО КИП и А
(место работы)

(подпись)

/Поморцева Л.В./

Рабочая программа согласована с деканом факультета Кибернетика

Декан факультета, к.т.н., доцент

(подпись)

/Маслова Н.В./

« 31 » 08 2017г

Рабочая программа согласована с учебно-методическим управлением НИ РХТУ

Руководитель, д.х.н., профессор

(подпись)

/Кизим Н.Ф./

« 31 » 08 2017г

Содержание

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	4
Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы.....	4
Область применения программы.....	4
2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП.....	4
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	4
5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	5
5.2. Разделы (модули) дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции.....	5
5.3. Содержание дисциплины.....	6
5.4. Тематический план практических занятий.....	7
5.5. Тематический план лабораторных работ.....	8
5.6. Курсовые работы.....	8
5.7. Внеаудиторная СРС.....	9
6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	9
6.1 Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок.....	9
6.2. Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля.....	10
6.3. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации.....	10
6.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций при промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	11
6.5. Оценочные материалы для текущего контроля.....	12
7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	14
7.1. Образовательные технологии.....	14
7.2. Лекции.....	14
7.3. Занятия семинарского типа.....	15
7.4. Лабораторные работы.....	15
7.5. Самостоятельная работа студента.....	15
7.6. Методические рекомендации для преподавателей.....	15
7.7. Методические указания для студентов.....	16
7.8. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	19
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	19
8.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы.....	20
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	20
Приложение 1 АННОТАЦИЯ.....	22
Приложение 2 Перечень индивидуальных заданий.....	23
Приложение 3 Задания к текущему контролю успеваемости.....	24
Приложение 4 Вопросы к промежуточной аттестации.....	41

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Нормативные документы, используемые при разработке основной образовательной программы

Нормативную правовую базу разработки рабочей программы дисциплины составляют:

Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с учетом дополнений и изменений);

«Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры», утвержденный приказом Министерства образования и науки РФ от 05.04.2017 N 301;

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (ФГОС ВО) (ФГОС-3+) по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 200 (Зарегистрировано в Минюсте России 27.03.2015 г. N 36578) (далее – стандарт);

Нормативно-методические документы Минобрнауки России;

Устав ФГБОУ ВО РХТУ им. Д.И. Менделеева;

Положение о Новомосковском институте (филиале) РХТУ им. Д.И. Менделеева.

Локальные акты Новомосковского института (филиала) РХТУ им. Д.И. Менделеева (далее Институт).

Область применения программы

Программа дисциплины является частью основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, направленность (профиль) Автоматизация технологических процессов и производств, соответствующей требованиям ФГОС ВО 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 200 (Зарегистрировано в Минюсте России 27.03.2015 г. N 36578).

2. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний о классификации объектов и систем автоматического управления;
- формирование и развитие умений описывать происходящие в системах динамические процессы;
- формирование и развитие умений анализа структур и математического описания систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы
- приобретение и формирование навыков проведения синтеза автоматизированных систем управления, их испытания и эксплуатацию;

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Теория автоматического управления относится к базовой части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 3 и 4 семестрах, на 2 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: Автоматика, Основы кибернетики, Прикладная информатика, Математика и является основой для последующих дисциплин: Технические средства автоматизации, Автоматизация технологических процессов и производств, Автоматизированные системы управления химико-технологических процессов, Специальные системы управления, Оптимальные системы управления.

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ДОСТИЖЕНИЕ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих профессиональных компетенций:

- способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК-4);

в результате сформированности компетенции студент должен:

Знать:

- принципы и методы функционального, имитационного и математического моделирования систем и процессов, методы построения моделирующих алгоритмов

Уметь:

- использовать основные методы построения математических моделей процессов, элементов и систем автоматического управления

Владеть:

- навыками работы с программной системой для математического и имитационного моделирования САУ

- способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-8);

в результате сформированности компетенции студент должен:

Знать:

- современные методы классификаций объектов и систем управления

Уметь:

- использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем, графов

Владеть:

- навыками проведения синтеза автоматизированных систем управления, их испытания и эксплуатацию
- способность аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством (ПК-18);

в результате сформированности компетенции студент должен:

Знать:

- принципы действия современных и отечественных систем управления и особенности протекающих в них процессах

Уметь:

- анализировать структуру и математическое описание систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы

Владеть:

- навыками решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет **360** час или **10** зачетных единиц (з.е). 1 з.е. равна 36 академическим часам или 27 астрономическим часам (п.16 Положения «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета в Новомосковском институте (филиале) ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» от 31.08.2017).

Вид учебной работы	Всего ак.час.	Семестры ак.час	
		3	4
Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками (всего)	178,6	107,3	71,3
Контактная работа аудиторная	176		
В том числе:			
Лекции	86	52	34
Практические занятия (ПЗ)	36	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	54	36	18
Вид аттестации (экзамен)	0,6	0,3	0,3
Консультации перед экзаменом	2	1	1
Самостоятельная работа (всего)	110	73	37
Контактная самостоятельная работа (групповые консультации и индивидуальная работа обучающихся с педагогическим работником)	7	6	1
В том числе СР			
Курсовой проект	14	-	14
Проработка лекционного материала	30	22	8
Подготовка к лабораторным занятиям	14	10	4
Подготовка к практическим занятиям	16	8	8
Подготовка к контрольным работам	11	9	2
Подготовка индивидуального задания	18	18	
Подготовка к экзамену	71,4	35,7	35,7
Общая трудоемкость час.	360	216	144
з.е.	10	6	4

5.2. Разделы (модули) дисциплины, виды занятий и формируемые компетенции

Семестр 3

№ раздела/ темы	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции час.	Занятия семинарского типа		СРС * час.	Контр оль	Всего час.	Формы текущего контроля **	Код формируемой компетенции
			Практ. занятия час.	Лаб. занятия час.					
1	Тема 1. Основные понятия и определения	2	2	-	8		12	КР1. КР2	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
2	Тема 2. Частотные и временные характеристики	8	4	6	12		30	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
3	Тема 3. Структурные схемы	4	2	6	8		20	КР3	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
4	Тема 4. Анализ основных свойств линейных СУ	8	4	6	10		28	КР4, КР5	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
5	Тема 5. Методы оценки качества регулирования линейных систем	4	2		6		12	КР6	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
6	Тема 6. Типовые законы регулирования.	8		6	8		22		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
7	Тема 7. Сложные системы регулирования	6		6	8		20		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
8	Тема 8. Случайные процессы в системах автоматического управления	8	2	6	10		26	рз	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
9	Тема 9. Основы теории графов	4	2		3		9	рз	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Консультации перед экзаменом	-				1	1		ОПК-4, ПК-8, ПК-18

	Вид аттестации (экзамен)					0,3	0,3		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Подготовка к экзамену					35,7	35,7		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Всего	52	18	36	73	37	216		-

Семестр 4

№ раздела/темы	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции час.	Занятия семинарского типа		СРС * час.	Контроль	Всего час.	Формы текущего контроля **	Код формируемой компетенции
			Практ. занятия час.	Лаб. занятия час.					
10	Тема 10. Нелинейные системы и их особенности.	4	2		2		8	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
11	Тема 11. Методы исследования нелинейных систем.	4	2	4	3		13		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
12	Тема 12. Метод гармонической линеаризации.	2	2		1		5	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
13	Тема 13. Исследование устойчивости и автоколебаний нелинейных систем.	2	2	6	3		13		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
14	Тема 14. Устранение автоколебаний. Качество переходных процессов в нелинейных системах.	2	2		1		5	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
15	Тема 15. Устойчивость в нелинейных системах.	2	2	4	3		11		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
16	Тема 16. Линейные дискретные модели. Основные понятия об импульсных СУ. Формирование дискретных сигналов во времени.	4	2		2		8	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
17	Тема 17. Дискретная передаточная функция.	2	2		1		5	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
18	Тема 18. Анализ устойчивости цифровых систем. Билинейное преобразование.	4	2		2		8	yo	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
19	Тема 19. Построение дискретных моделей на основе непрерывных. Алгоритмы низкого порядка.	4			1		5		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
20	Тема 20. Компенсационные регуляторы.	2		2	2		6		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
21	Тема 21. Аperiodические регуляторы.	2		2	2		6		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Курсовая работа				14		14		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Консультации перед экзаменом					1	1		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Вид аттестации (экзамен)					0,3	0,3		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Подготовка к экзамену					35,7	35,7		ОПК-4, ПК-8, ПК-18
	Всего	34	18	18	37	37	144		-

* СРС – самостоятельная работа студента

** устный опрос (yo)

5.3. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
Семестр 3		
1	Основные понятия и определения.	Объект управления, средства управления, система управления. Понятие динамической системы, алгоритм управления. Фундаментальные принципы управления. Основные виды алгоритмов функционирования. Понятие математического описания. Уравнения динамики и статики. Линеаризация. Преобразование Лапласа, основные свойства. Понятие передаточной функции.
2	Частотные и временные характеристики.	Частотные и временные характеристики на примере апериодического звена первого порядка. Функция $1(t)$. Математическое описание вынужденного движения системы.

		Элементарные звенья и их характеристики.
3	Структурные схемы.	Понятие структурной схемы. Правила преобразования схем. Примеры.
4	Анализ основных свойств линейных СУ	Понятие устойчивости по Ляпунову. Теоремы Ляпунова. Алгебраические критерии устойчивости. Частотные критерии устойчивости. Запас устойчивости. Понятие о Д-разбиении. Устойчивость систем с запаздыванием.
5	Методы оценки качества регулирования линейных систем.	Прямые методы оценки качества. Оценка качества управления при гармонических воздействиях. Оценка качества регулирования в установившемся режиме. Корневые методы оценки качества регулирования. Интегральные оценки качества переходных процессов. Частотные методы оценки качества регулирования. Примеры.
6	Типовые законы регулирования.	Основы расчета настроек регуляторов. ЛЧХ регуляторов с простейшими законами. Постановка задачи синтеза системы управления методом ЛЧХ.
7	Сложные системы регулирования.	Инвариантные АСР. Понятие эквивалентного объекта. Каскадно-связанные системы управления. Автономные системы.
8	Случайные процессы в системах автоматического управления.	Характеристики случайных процессов. Корреляционная функция и её свойства. Спектральная плотность и её свойства. Среднее значение отклонения регулируемого параметра.
9	Основы теории графов.	Графическое представление системы линейных уравнений. Граф Мезона и его свойства. Переход от структурных схем к графам. Топологическая формула Дезоера. Матрицы смежности и инцидентности.
Семестр 4		
10	Нелинейные системы и их особенности.	Понятие о нелинейных системах и их особенностях. Методы линеаризации нелинейных моделей. Типовые нелинейности и их характеристика. Анализ равновесных режимов.
11	Методы исследования нелинейных систем.	Фазовая плоскость. Анализ поведения СУ на фазовой плоскости. Построение фазовых траекторий. Системы с переменной структурой. Метод припасовывания. Метод изоклин. Автоколебательный режим. Построение переходного процесса по фазовой траектории.
12	Метод гармонической линеаризации.	Частотно-амплитудный метод приближенного исследования нелинейных систем. Ряд Фурье. Понятие передаточной функции нелинейного элемента. Пример.
13	Исследование устойчивости и автоколебаний нелинейных систем.	Использование метода гармонической линеаризации для аналитического определения автоколебаний. Графоаналитическое определение автоколебаний. Пример. Исследование устойчивости и автоколебаний нелинейных систем методом логарифмических частотных характеристик.
14	Устранение автоколебаний. Качество переходных процессов в нелинейных системах.	Способы устранения автоколебаний. Корректирующие устройства. Методы оценки динамической точности и качества переходных процессов в нелинейных системах. Структурные преобразования нелинейных систем автоматического управления.
15	Устойчивость в нелинейных системах.	Понятие устойчивости в нелинейных системах. Устойчивость положений равновесия: первый и второй методы Ляпунова. Выбор V-функции.
16	Линейные дискретные модели. Основные понятия об импульсных СУ. Формирование дискретных сигналов во времени.	Особенности проектирования цифровых систем управления. Принципы управления с помощью ЭВМ. Квантование информации. Получение разностных уравнений. Решетчатые функции. Применение преобразования Лапласа для анализа дискретных функций времени. Теорема прерывания. Фиксирующий элемент. z-преобразование. Теоремы z-преобразования. Обратное z-преобразование. Примеры. Последовательное соединение звеньев.
17	Дискретная передаточная функция.	Сумма свертки. Дискретная передаточная функция с импульсным входом и выходом. Свойства дискретной передаточной функции. Связь с импульсной переходной функцией. Связь z-преобразования с преобразованием Лапласа.
18	Анализ устойчивости цифровых систем. Билинейное преобразование.	Полюса передаточной функции. Анализ устойчивости цифровых систем. Условие асимптотической устойчивости. Билинейное преобразование и алгебраические критерии устойчивости. Примеры.
19	Построение дискретных моделей на основе непрерывных. Алгоритмы низкого порядка.	Способы получения дискретных моделей по моделям непрерывного типа. Использование таблиц z-преобразований. Приближенные соотношения. Квадратичный критерий качества. Параметрические оптимизируемые регуляторы. Алгоритмы управления первого и второго порядка. Выбор такта квантования для параметрически оптимизируемых алгоритмов управления.
20	Компенсационные регуляторы.	Компенсационные регуляторы. Реализуемость. Сокращение нулей и полюсов. Межтактовое поведение систем.
21	Апериодические регуляторы.	Регуляторы для систем с конечным временем установления. Обычный апериодический регулятор без учёта и с учётом запаздывания объекта управления. Выбор такта квантования для апериодических регуляторов.

5.4. Тематический план практических занятий

Семестр 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	1	Преобразование Лапласа.	2	КР 1	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
2	1	Решение дифференциальных уравнений операторным методом	2	КР 2	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
3	2	Частотные характеристики типовых звеньев	2	опрос	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
4	3	Преобразование структурных схем	2	КР 3	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

5	4	Алгебраические критерии устойчивости	2	КР 4	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
6	4	Частотные критерии устойчивости	2	КР 5	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
7	5	Прямые показатели качества АСР	2	КР 6	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
8	8	Исследование случайных процессов в АСР	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
9	9	Определение передаточной функции системы, представленной в виде графа Мезона	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

Семестр 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость час.	Формы текущего контроля	Код формируемой компетенции
1	10	Линеаризация нелинейных объектов управления	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
2	11	Получение передаточной функции нелинейного элемента АСР	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
3	11	Построение фазового портрета методом припасовывания	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
4	12	Определение параметров автоколебаний	4	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
5	15	Устойчивость в нелинейных системах	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
6	18	Z-преобразование. Исследование устойчивости z-передаточной функции.	4	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
7	19	Анализ цифровой АСР	2	Решение задач	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

5.5. Тематический план лабораторных работ

Лабораторный практикум включает выполнение 6 лабораторных работ в третьем семестре и 4 лабораторные работы в 4 семестре.

Семестр 3

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость час.	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1.	2	Исследование динамических характеристик типовых звеньев	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
2.	2	Построение частотных характеристик типовых звеньев	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
3	6	Синтез одноконтурной системы регулирования	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
4	7	Исследование каскадной системы регулирования	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
5	7	Исследование инвариантной системы регулирования	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
6	8	Изучение функций автокорреляции и взаимной корреляции случайных процессов	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

Семестр 4

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость час.	Форма контроля	Код формируемой компетенции
1.	10,	Исследование характеристик типовых нелинейных элементов	4	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
2	13	Сравнительный анализ работы линейной и нелинейной САР	6	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
3	15	Изучение влияния нелинейности объекта на расчет и качество САР	4	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
4	20,21	Анализ влияния величины такта квантования на качество цифровой САР	4	Отчет. «Защита»	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

5.6. Курсовые работы

Самостоятельная работа	Тематика курсовых проектов (работ), расчетно-графических работ, рефератов и др.	Код формируемой компетенции
Курсовая работа	Синтез одноконтурной АСР с ПИД-регулятором	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
Индивидуальное задание	Преобразование Лапласа. Решение дифференциальных уравнений операторным методом. Передаточные и переходные функции. Частотные характеристики. Преобразование структурных схем. Синтез САР. Алгебраические критерии устойчивости.	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

Подготовка к практическим занятиям	Определена тематикой практических занятий	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
Подготовка к лабораторным работам	Определена тематикой лабораторных занятий	ОПК-4, ПК-8, ПК-18
Подготовка к контрольным работам	Определена тематикой практических занятий	ОПК-4, ПК-8, ПК-18

5.7. Внеаудиторная СРС

Внеаудиторная СРС направлена на поиск информации в ЭОС и ее использовании при выполнении индивидуального задания, закрепляющего приобретенные знания и умения для формирования навыков.

Перечень индивидуальных заданий приведен в Приложении 2.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Текущий контроль успеваемости, обеспечивающий оценивание хода освоения дисциплины

Для оценивания результатов обучения в виде знаний текущий контроль организуется в формах:

- краткого опроса обучающихся (фронтальная беседа) по важнейшим вопросам пройденной темы с целью установления связи нового материала с ранее изученным;
- выполнения контрольных работ по пройденному материалу;

Для оценивания результатов обучения в виде умений и навыков (владений) текущий контроль организуется в формах:

– проверки индивидуальных заданий (решения простых и/или сложных практико-ориентированных заданий); простые задания используются для оценки умений. Они представляют собой задачи в одно или два действия. Сложные задания используются для оценки навыков. Они представляют собой усложненные расчеты тех параметров, которые рассчитывались в контрольных работах, но в расширенном виде;

– проверки подготовки необходимых данных для расчета одного или нескольких параметров, определяемых в лабораторных работах, но в условиях, отличных от заданных ранее;

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная защита отчетов к лабораторным работам и письменных индивидуальных заданий.

Критерии для оценивания устного опроса

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся – оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине осуществляется в форме экзаменов.

Результаты текущей и промежуточной аттестации каждого обучающегося по дисциплине фиксируются в электронной информационно-образовательной среде Института в соответствии с требованиями Положения об электронной информационно-образовательной среде Новомосковского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева».

6.1 Система оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок

Описание показателей и критериев оценивания сформированности части компетенции по дисциплине

– способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК-4);	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	Уметь: использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: программными средствами при решении задач автоматизации и управления
– способность выполнять работы по автоматизации технологических	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: современные методы классификаций объектов и систем управления
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность,	Уметь: использовать полученную в результате обучения

процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-8)		последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем, графов;
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: навыками проведения синтеза автоматизированных систем управления, их испытания и эксплуатацию
- способность аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством (ПК-18)	Формирование знаний	Сформированность знаний (полнота, глубина, осознанность)	Знать: принципы действия современных и отечественных систем управления и особенности протекающих в них процессах
	Формирование умений	Сформированность умений (прочность, последовательность, правильность, результативность, рефлексивность)	Уметь: анализировать структуру и математическое описание систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы
	Формирование навыков и (или) опыта деятельности	Сформированность навыков и (или) опыта деятельности (качественность, скорость, автоматизм, редуцированность действий)	Владеть: навыками решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления

6.2. Цель контроля, вид контроля и условия достижения цели контроля

Цель контроля	Постановка задания	Вид контроля	Условие достижения цели контроля
Выявление уровня знаний, умений, овладения навыками по дисциплине	Задания ставятся в соответствии с алгоритмом действий, лежащих в основе знаний, умения, овладения навыками	Текущий Промежуточный (3 семестр) Оценивание окончательных результатов изучения дисциплины (4 семестр), обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы	Цель контроля может быть достигнута только в ходе выполнения и защиты обучающимися лабораторных работ, контрольных работ, индивидуального задания, сдачи экзаменов

Пример задания для оценки уровня сформированности части компетенции по дисциплине
Рассчитать настройки ПИ-регулятора и определить устойчивость полученной САР (ПК-18)

6.3. Шкала оценки и критерии уровня сформированности компетенций по дисциплине при текущей аттестации

Компетенция	Показатели текущего контроля	Уровень сформированности компетенции		
		высокий	пороговый	не сформирована
– способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК4); - способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным	выполнение контрольных работ	в полном объеме с оценкой* «отлично» или «хорошо».	в полном объеме с оценкой «удовлетворительно»	не выполнены в полном объеме ко времени контроля
	выполнение и защита лабораторных работ	с оценкой «отлично» или «хорошо».	с оценкой «удовлетворительно»	с оценкой «неудовлетворительно»
	уровень использования дополнительной литературы	использует самостоятельно	по указанию преподавателя	с помощью преподавателя

циклом продукции и ее качеством (ПК-8)- способность аккумулировать научно- техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем - управления ее качеством (ПК-18)				
---	--	--	--	--

Критерии оценивания

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент демонстрирует частичное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям: в ходе контрольных мероприятий студент показывает владение менее 50% приведенных показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений, навыков в соответствии с планируемыми результатами обучения.

6.4. Шкала оценивания уровня сформированности компетенций при промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

	Показатели оценки (дескрипторы) и результаты достижения планируемых результатов обучения по дисциплине	Уровень сформированности компетенции			
		высокий		пороговый	не сформирована
		оценка «отлично»	оценка «хорошо»	оценка «удовлетворительно»	оценка «неудовлетворительно»
Компетенция	1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой. 2. Уровень выполнения заданий, предусмотренных программой. 3. Уровень изложения (культура речи, аргументированность, уверенность). 4. Уровень использования справочной литературы. 5. Уровень раскрытия причинно-следственных связей. 6. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность. 7. Ответственное отношение к работе, стремление к достижению высоких результатов, готовность к дискуссии.	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены	Демонстрирует понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемых к заданию выполнены.	Демонстрирует понимание проблемы. В основном требования, предъявляемые к заданию, выполнены.	Демонстрирует непонимание проблемы. Задания не выполнены
способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК-4)	Знать: современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления Уметь: использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства	<i>Полные ответы на все теоретические вопросы.</i> <i>Практически все задания выполнены в полном</i>	<i>Ответы по существу на все теоретические вопросы.</i> <i>Практические задания выполнены.</i>	<i>Ответы по существу на все теоретические вопросы, но не имеет доказательств, выводов, обоснований.</i> <i>Намечены схемы решения предложенных практических</i>	<i>Ответы менее чем на половину теоретических вопросов</i> <i>Решение практических заданий не предложено</i>

	Владеть: программными средствами при решении задач автоматизации и управления	объеме.		заданий	
способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-8)	Знать: современные методы классификаций объектов и систем управления Уметь: использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем, графов Владеть: навыками проведения синтеза автоматизированных систем управления, их испытания и эксплуатацию	Получены адекватные значения всех расчетных заданных критериев.	Допущена неточность в расчете заданных критериев		
способностью аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством (ПК-18)	Знать: принципы действия современных и отечественных систем управления и особенности протекающих в них процессах Уметь: анализировать структуру и математическое описание систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы Владеть: навыками решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления				

6.5. Оценочные материалы для текущего контроля

6.5.1 Задания к контрольным работам

Пример задания к контрольной работе №1

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{3s}{s^2 + 9} + \frac{2s - 1}{s^2 - 4s + 8}$$

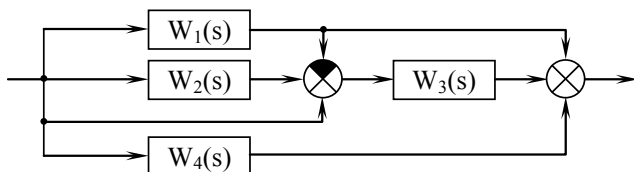
Пример задания к контрольной работе №2

Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = 3 \sin 4t - 2 \cos 5t e^{5t}$$

Пример задания к контрольной работе №3

Преобразовать структурную схему



Пример задания к контрольной работе №4

Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

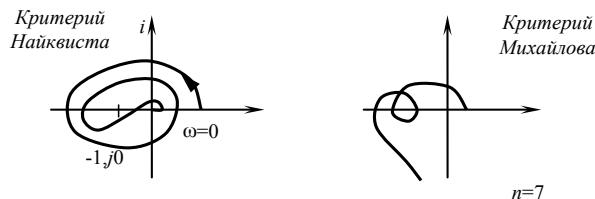
$$W(s) = \frac{10}{s^4 + 6s^3 + 6s^2 + 5s + 4}$$

Определить устойчивость объекта по критерию Рауса

$$W(s) = \frac{s-3}{2s^5 + 2s^4 + 2s^3 + s^2 + 2s + 2}$$

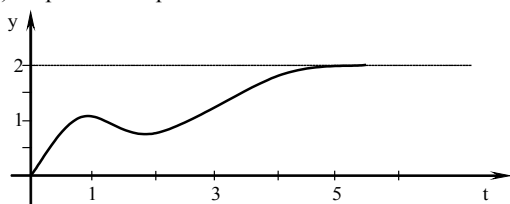
Пример задания к контрольной работе №5

Определить устойчивость объекта по частотным критериям.

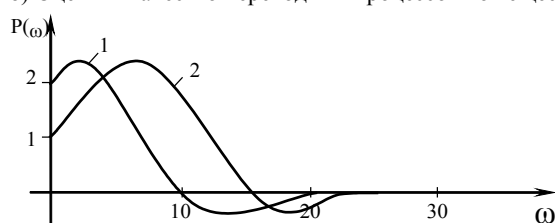


Пример задания к контрольной работе №6

а) Определить прямые показатели качества



б) Оценить качество переходных процессов по вещественным частотным характеристикам



Полный перечень заданий приведен в приложении 3

Вопросы к лабораторным работам

1. Перечислите устойчивые типовые звенья.
2. Приведите основные соотношения между частотными характеристиками звена.
3. Покажите влияние настроек П-регулятора на качество переходного процесса
4. Сформулируйте условие частичной инвариантности
5. Поясните работу каскадной САУ на конкретном примере
6. Перечислите основные свойства автокорреляционной функции стационарного случайного процесса, обладающего эргодическим свойством

Полный перечень вопросов по лабораторным работам приведен в приложении 3

Форма промежуточной аттестации - экзамен, форма билета:

Утверждаю

Зав. кафедрой

подпись (Ф.И.О)

Министерство образования и науки РФ
Российский химико-технологический университет
имени Д.И. Менделеева

Новомосковский институт (филиал)

Направление подготовки бакалавров

15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Направленность Автоматизация технологических процессов и производств

Кафедра Автоматизация производственных процессов
Теория автоматического управления

Билет № 1

- 1.
- 2.
- 3.

.....

Лектор, профессор _____ (Фамилия И.О)

Полный перечень вопросов приведен в приложении 4

Критерии оценивания и шкала оценок по заданиям билета

Оценка «отлично» выставляется в случае, если студент отвечает на все задания билета, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

Оценка «хорошо» выставляется в случае, если студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их в стандартных ситуациях, но допускает незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в случае, если студент допускает существенные ошибки, проявляет отсутствие знаний, умений, по отдельным темам (не более 33%), испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, если студент демонстрирует полное отсутствие или явную недостаточность (менее 33%) знаний, умений в соответствии с планируемыми результатами обучения.

Вопросы для устного опроса

Тема 2. Частотные и временные характеристики

1 Какие характеристики относятся к временным

2 Какое возмущения называется эталонным

3 Что такое переходная функция

Тема 10. Нелинейные системы и их особенности.

1 Типовые нелинейности и их характеристики.

2 Фазовый метод исследования нелинейных систем

3 Метод припасовывания для построения фазовых траекторий

Тема 12. Метод гармонической линеаризации

1. Понятие передаточной функции нелинейного элемента.

2. Использование гармонической линеаризации для исследования нелинейных систем.

3. Получение передаточной функции нелинейного элемента для различных нелинейностей

Тема 14. Устранение автоколебаний. Качество переходных процессов в нелинейных системах.

1. Аналитическое определение режима автоколебаний.

2. Графическое определение режима автоколебаний.

3. Способы устранения автоколебаний. Корректирующие устройства

Тема 16. Линейные дискретные модели. Основные понятия об импульсных СУ. Формирование дискретных сигналов во времени.

1. Квантование информации

2. Дискретные системы управления.

3. Решетчатые функции.

Тема 17. Дискретная передаточная функция.

1. Дискретная передаточная функция.

2. Свойства дискретной передаточной функции.

3. Последовательное соединение звеньев

Тема 18. Анализ устойчивости цифровых систем. Билинейное преобразование.

4. Анализ устойчивости (случай действительных полюсов).

5. Билинейное преобразование и критерии устойчивости.

6. Построение дискретных моделей на основе непрерывных моделей

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Организация образовательного процесса регламентируется учебным планом и расписанием учебных занятий. Язык обучения (преподавания) — русский. Для всех видов аудиторных занятий «час» устанавливается продолжительностью 45 минут. Зачетная единица составляет 36 академических часов. Через каждые 45 мин контактной работы делается перерыв продолжительностью 5 мин, а после двух часов контактной работы делается перерыв продолжительностью 10 мин.

Сетевая форма реализации программы дисциплины не используется.

Обучающийся имеет право на зачет результатов обучения по дисциплине, если она освоена им при получении среднего профессионального образования и (или) высшего образования, а также дополнительного образования (при наличии) (далее - зачет результатов обучения). Зачтенные результаты обучения учитываются в качестве результатов промежуточной аттестации. Зачет результатов обучения осуществляется в порядке и формах, установленных локальным актом НИ РХТУ – Порядок и формы зачета результатов обучения по отдельным дисциплинам (модулям) и практикам, освоенным обучающимся, при реализации образовательных программ высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета в Новомосковском институте (филиале) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»..

7.1. Образовательные технологии

Учебный процесс при преподавании дисциплины основывается на использовании традиционных, инновационных и информационных образовательных технологий. Традиционные образовательные технологии представлены лекциями и семинарскими (практическими) занятиями. Инновационные образовательные технологии используются в виде применения активных и интерактивных форм проведения занятий. Информационные образовательные технологии реализуются путем активизации самостоятельной работы студентов в информационной образовательной среде. При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

7.2. Лекции

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов содержания дисциплины.

На первой лекции лектор обязан предупредить студентов, применительно к какому базовому учебнику (учебникам, учебным пособиям) будет прочитан курс.

Лекционный курс обеспечивает более глубокое понимание учебных вопросов при значительно меньшей затрате времени, чем это требуется среднестатистическому студенту на самостоятельное изучение материала.

7.3. Занятия семинарского типа

Семинарские (практические) занятия представляют собой детализацию лекционного теоретического материала, направлены на отработку навыков, проводятся в целях закрепления курса и охватывают все основные разделы дисциплины.

Основной формой проведения семинаров и практических занятий является обсуждение наиболее проблемных и сложных вопросов по отдельным темам, а также решение задач и разбор примеров и ситуаций при контактной работе. В обязанности преподавателя входят: оказание методической помощи и консультирование студентов по соответствующим темам курса, ответы на вопросы, управление процессом решения задач.

Активность на практических занятиях оценивается по следующим критериям:

- ответы на вопросы, предлагаемые преподавателем;
- участие в дискуссиях;
- выполнение заданий (решение задач);

Доклады и оппонирование докладов проверяют степень владения теоретическим материалом, а также корректность и строгость рассуждений.

Оценивание практических заданий входит в оценку.

7.4. Лабораторные работы

Лабораторный практикум начинается с ознакомления с техникой безопасности.

По каждой лабораторной работе студент оформляет письменный отчет. Текущий контроль на лабораторных работах проводится в виде устных опросов – «защита» по итогам лабораторных работ. Оценивается ход лабораторных работ, достигнутые результаты, качество оформления отчета, своевременность сдачи.

7.5. Самостоятельная работа студента

Для успешного усвоения дисциплины необходимо не только посещать аудиторные занятия, но и вести активную самостоятельную работу. При самостоятельной проработке курса обучающиеся должны:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
 - изучить рекомендованную основную и дополнительную литературу, составлять тезисы, аннотации и конспекты наиболее важных моментов;
 - самостоятельно выполнить индивидуальное задание (раздел 5.8);
 - использовать для самопроверки материала оценочные средства.
- Индивидуальное задание оценивается по следующим критериям:
- правильность выполнения задания;
 - аккуратность в оформлении работы;
 - использование специальной литературы;
 - своевременная сдача выполненного задания (указывается преподавателем).

7.6. Методические рекомендации для преподавателей

Основные принципы обучения

1. Цель обучения – развить мышление, выработать мировоззрение; познакомить с идеями и методами науки; научить применять принципы и законы для решения простых и нестандартных задач.

2. Обучение должно органически сочетаться с воспитанием. Нужно развивать в студентах волевые качества и трудолюбие. Ненавязчиво, к месту прививать элементы культуры поведения. В частности, преподаватель должен личным примером воспитывать в студентах пунктуальность и уважение к чужому времени.

3. Обучение должно быть не пассивным (сообщим студентам некоторый объем информации, расскажем, как решаются те или иные задачи), а активным. Нужно строить обучение так, чтобы в овладении материалом основную роль играла память логическая, а не формальная. Запоминание должно достигаться через глубокое понимание.

4. Одно из важнейших условий успешного обучения – умение организовать работу студентов.

5. Отношение преподавателя к студентам должно носить характер доброжелательной требовательности. Для стимулирования работы студентов нужно использовать поощрение, одобрение, похвалу, но не порицание (порицание может применяться лишь как исключение). Преподаватель должен быть для студентов доступным.

6. Необходим регулярный контроль работы студентов. Правильно поставленный, он помогает им организовать систематические занятия, а преподавателю достичь высоких результатов в обучении.

7. Важнейшей задачей преподавателей, ведущих занятия по дисциплине, является выработка у студентов осознания необходимости и полезности знания дисциплины как теоретической и практической основы для изучения профильных дисциплин.

8. С целью более эффективного усвоения студентами материала данной дисциплины рекомендуется при проведении лекционных, практических и лабораторных занятий использовать современные технические средства обучения, а именно презентации лекций, наглядные пособия в виде структурных схем,

9. Для более глубокого изучения предмета и подготовки ряда вопросов (тем) для самостоятельного изучения по разделам дисциплины преподаватель предоставляет студентам необходимую информацию о использовании учебно-методического обеспечения: учебниках, учебных пособиях, сборниках примеров и задач и описание лабораторных работ, наличии Интернет-ресурсов.

При текущем контроле рекомендуется использовать контрольные работы.

10. Цель лекции – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала методом самостоятельной работы. Содержание лекции должно отвечать следующим дидактическим требованиям:

- изложение материала от простого к сложному, от известного к неизвестному;
- логичность, четкость и ясность в изложении материала;
- возможность проблемного изложения, дискуссии, диалога с целью активизации деятельности студентов;
- опора смысловой части лекции на подлинные факты, события, явления, статистические данные;
- тесная связь теоретических положений и выводов с практикой и будущей профессиональной деятельностью студентов.

Преподаватель, читающий лекционные курсы, должен знать существующие в педагогической практике варианты лекций, их дидактические и воспитывающие возможности, а также их место в структуре процесса обучения.

11. При проведении аттестации студентов важно всегда помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний студентов. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

Организация лабораторного практикума

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении дисциплины. Каждый студент в первом семестре должен выполнить по 6 лабораторных работ, указанных в календарном плане, во втором семестре должен выполнить по 4 лабораторные работы. Календарный план составляет лектор потока. Календарный план выдается студенту не позднее первого занятия семестра.

Все студенты перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том, что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются к работе в лаборатории в верхней одежде.

2. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, теоретическое введение, рабочие формулы и формулы для расчета показателей; перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;

б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в методическом пособии, умение работать с моделирующей программой,

в) знание правил техники безопасности при работе с компьютерами.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует протокол лабораторной работы

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет проводить расчеты;

в) имеется более одной несданной ранее выполненной работы.

Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время указанное ведущим преподавателем. Студенты, нуждающиеся в дополнительной подготовке, могут воспользоваться услугами Центра дополнительного образования и профессиональной подготовки.

5. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

6. На титульном листе протокола должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы... На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов расчетов. На этих же страницах производится расчет значений. Оформление работы завершается написанием выводов.

7. Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов и их соответствия данным,

в) правильности построения графиков,

г) оформления работы и выводов.

Выполненная работа отмечается в протоколе студента подписью преподавателя и простановкой даты. Работа считается зачетной, если на титульной странице, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защита» с указанием даты. После выполнения и защиты всех лабораторных работ преподаватель допускает студента к экзамену

Лабораторные работы, выполненные в течение семестра, принимает тот преподаватель, который проводил занятия с группой в течение семестра. В случае отсутствия по уважительной причине этого преподавателя на зачетной неделе, зачет по лаборатории принимает лектор. При отсутствии лектора – зав. кафедрой.

7.7. Методические указания для студентов

По подготовке к лекционным занятиям

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления теоретических знаний, следовательно, пропуски отдельных тем не позволяют глубоко освоить предмет. Студентам необходимо:

1. перед каждой лекцией просматривать рабочую программу дисциплины;

2. перед следующей лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей.

При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале не удалось, необходимо обратиться к лектору или к преподавателю на практических занятиях.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Тема 1. Основные понятия и определения

Вопросы для самопроверки:

1. Назовите 4 основные понятия кибернетики, на которых основывается ТАУ?

2. Что понимают под черным ящиком?

3. Что такое кибернетическая система?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 2. Частотные и временные характеристики

1. Какие типовые воздействия используют для анализа САУ?

2. Что такое кривая разгона

3 Как называется реакция на импульсное воздействие

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 3. Структурные схемы

1 Что называется структурной схемой?

2 Какие еще существуют графические формы

3 Назовите основные элементы структурных схем

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 4. Анализ основных свойств линейных СУ

- 1 Назовите основные задачи САР
- 2 Запишите условие ковариантности
- 3 Как называется условие независимости выходной величины от возмущения?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 5. Методы оценки качества регулирования линейных систем

- 1 Какие существуют варианты устойчивости САР?
- 2 Как подразделяются показатели качества?
- 3 Что оценивают интегральные показатели качества?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 6. Типовые законы регулирования.

- 1 Что называется синтезом САР?
- 2 Назовите основные законы регулирования
- 3 Перечислите основные методы САР

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 7. Сложные системы регулирования

- 1 Какие САР называются комбинированными?
- 2 Как записывается условие абсолютной инвариантности
- 3 В каких случаях применяются каскадные САР?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 8. Случайные процессы в системах автоматического управления

- 1 Что такое стационарные процессы?
- 2 Какие процессы называются эргодическими?
- 3 Что позволяет оценить корреляционная функция?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 9. Основы теории графов

- 1 Какие основные элементы графов.
- 2 Что такое прямой путь?
- 3 Что называется контуром?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 10. Нелинейные системы и их особенности.

- 1 Какая САР называется нелинейной?
- 2 Приведите примеры нелинейностей
3. Приведите примеры статических характеристик нелинейных звеньев

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 11. Методы исследования нелинейных систем

- 1 Перечислите основные методы исследования нелинейных элементов
- 2 Сравните основные методы исследования нелинейных элементов
- 3 Покажите области применения различных методов исследования

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 12. Метод гармонической линеаризации

- 1 На чем основан метод гармонической линеаризации
- 2 Как определяется нелинейная передаточная функция
- 3 Чем различаются нелинейные передаточные функции для разного типа нелинейных звеньев

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 13. Исследование устойчивости и автоколебаний нелинейных систем.

- 1 Что приводит к появлению автоколебаний
- 2 Какой критерий используется при определении устойчивости нелинейных систем
- 3 К чему приводит наличие автоколебаний в САР

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 14. Устранение автоколебаний. Качество переходных процессов в нелинейных системах.

- 1 Перечислите основные способы устранения автоколебаний
- 2 По каким критериям определяется качество переходных процессов в нелинейных системах
- 3 Как зависит устойчивость нелинейной системы от вида статической характеристики

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 15. Устойчивость в нелинейных системах

- 1 Дайте определение устойчивой нелинейной системы
- 2 Поясните графоаналитический метод определения устойчивости нелинейной системы
- 3 Как исследуется устойчивость нелинейных систем с помощью ЛЧХ

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 16. Линейные дискретные модели. Основные понятия об импульсных СУ. Формирование дискретных сигналов во времени.

- 1 Какие системы называются дискретными?
- 2 Как достигается дискретизация системы
- 3 Приведите структуру дискретной части системы

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 17. Дискретная передаточная функция.

- 1 Как получают дискретную передаточную функцию?
- 2 Назовите основные свойства Z-преобразования
- 3 Поясните метод конечных разностей

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 18. Анализ устойчивости цифровых систем. Билинейное преобразование.

- 1 Поясните методику определения устойчивости цифровых систем
- 2 Как расположение корней дискретной передаточной функции влияет на устойчивость?
- 3 Для чего выполняется билинейное преобразование?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 19. Построение дискретных моделей на основе непрерывных. Алгоритмы низкого порядка.

- 1 Получение дискретной передаточной функции методом конечных разностей
- 2 Получение дискретной передаточной функции по таблицам Z-преобразований
- 3 Получение дискретной передаточной функции по методу трапеций

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 20. Компенсационные регуляторы.

- 1 В каких системах применяются компенсационные регуляторы?
- 2 В каком виде представляют замкнутую систему?
- 3 Как осуществляется расчет компенсационного регулятора

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

Тема 21. Аperiodические регуляторы

- 1 Методика расчета аperiodического регулятора
- 2 Основное достоинство аperiodического регулятора
- 3 Как влияет изменение такта квантования на начальное значение управляющего сигнала?

Задания для самостоятельной работы:

Самостоятельное изучение соответствующих разделов основной и дополнительной литературы

По самостоятельному выполнению индивидуальных заданий

Усвоение материала дисциплины во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

1. Прежде всего, нужно хорошо вникнуть в условие задачи.
2. Подобрать необходимый способ решения задачи.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если обучающийся решает задачи самостоятельно.

Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены. В рекомендуемых учебниках и сборниках задач, в разделе, в котором помещены задачи для решения, имеются примеры (рассмотренные задачи). Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими решенными задачами.

По подготовке к лабораторному практикуму

1. Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса. Каждый студент за один семестр должен выполнить в первом семестре по 6 лабораторных работы, указанных в календарном плане, во втором семестре по 4 лабораторные работы. График работ студент получает за неделю до начала лабораторного практикума.

2. Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор учебных пособий, в которых помещены описания лабораторных работ. Инструкции по лабораторным работам, отсутствующим в учебных пособиях, имеются в читальном зале библиотеке и в соответствующей лаборатории на кафедре, и каждый студент может получить ее во временное пользование. Описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы, подробное описание моделирующих схем, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц для внесения в них результатов расчетов, контрольные вопросы, дающие студенту возможность осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

3. Студент допускается к выполнению работы только после «допуска», т.е. проверки преподавателем готовности студента. Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

- а) в протоколе имеется описание текущей лабораторной работы: название работы, теоретическое введение, моделирующая схема, рабочие формулы и формулы для расчета параметров; перечень элементов схем; перечень заданий и таблицы для записи результатов измерений;
 - б) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебнике, умение работать с моделирующей программой;
 - в) знание правил техники безопасности при работе с компьютером
- Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует протокол,
 б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет, что и каким методом он будет измерять;
 Однако до окончания лабораторного занятия студент, не получивший допуск, работает в лаборатории, устраняя допущенные недоработки.

4. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставляется возможность ее выполнения во время указанное ведущим преподавателем. Студентам, пропустившим занятия по неуважительным причинам, предоставляется возможность ее выполнения в зачетную неделю на «дублерском» занятии во время, указанное ведущим преподавателем.

5. Не допускается совместная работа 3-х и большего числа студентов за одним компьютером

6. На титульном листе лабораторного журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, код учебной группы. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. При оформлении работы необходимо выделять страницы для расчетов. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов расчетов. Оформление работы завершается написанием выводов.

Прием «защиты» по лабораторной работе заключается в проверке:

- а) результатов работы,
- б) достоверности расчетов,
- в) правильности построения графиков,
- г) оформления работы и выводов.

Работа считается зачетной, если на странице, где начинается ее описание, имеется 3 подписи преподавателя: за «допуск», «выполнение» и «защиту» с указанием даты.

По работе с литературой

В рабочей программе дисциплины представлен список основной и дополнительной литературы – это учебники, учебно-методические пособия или указания. Дополнительная литература – учебники, монографии, сборники научных трудов, журнальные и газетные статьи, различные справочники, энциклопедии, Интернет-ресурсы.

Любая форма самостоятельной работы студента (подготовка к семинарскому занятию, докладу и т.п.) начинается с изучения соответствующей литературы как в библиотеке / электронно-библиотечной системе, так и дома. Изучение указанных источников расширяет границы понимания предмета дисциплины.

7.8. Методические рекомендации по обучению лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Профессорско-преподавательский состав знакомится с психолого-физиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

Предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производится с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения (персонального и коллективного использования).

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной или электронной форме (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- в печатной форме или электронной форме с увеличенным шрифтом и контрастностью (для лиц с нарушениями слуха, речи, зрения);
- методом чтения ассистентом задания вслух (для лиц с нарушениями зрения).

Лабораторные работы выполняются методом вычислительного эксперимента.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге или набором ответов на компьютере (для лиц с нарушениями слуха, речи);
- выбором ответа из возможных вариантов при тестировании с использованием услуг ассистента (для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата);
- устно (для лиц с нарушениями зрения, опорно-двигательного аппарата).

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

Основная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Теория автоматического управления [Текст] : учеб.пособ. / М. М. Савин, В. С. Елесуков, О. Н. Пятин ; ред. В. И. Лачин. - Ростов н/Д : Феникс, 2007. - 469 с. - (Высшее образование). - (в пер.)	Библиотека НИ РХТУ	Да
Певзнер Л.Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Д. Певзнер. – Электрон.дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 604 с.	https://e.lanbook.com/book/75516	Да

б) дополнительная литература

Дополнительная литература	Режим доступа	Обеспеченность
Малышенко А.М. Сборник тестовых задач по теории автоматического управления [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.М. Малышенко О.С. Вадутов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 368 с.	https://e.lanbook.com/book/72991	Да
Теория автоматического управления [Текст] : учеб.-метод. пособ. для самост. работы студ. / сост. В. В. Силин, Н. В. Маслова. - Новомосковск : [б. и.], 2013. - 42 с.	Библиотека НИ РХТУ, moodle	Да
Теория автоматического управления [Текст] : лаб. практикум. Ч.1 / сост. В. В. Силин, Н. В. Маслова. - Новомосковск : [б. и.], 2013. - 37 с.	Библиотека НИ РХТУ, moodle	Да
Теория автоматического управления [Текст] : Методические указания по курсовой работе / сост. В. В. Силин, Н. В. Маслова. - Новомосковск, 2012. - 50 с.	Система поддержки учебных курсов moodle	Да

8.2. Информационные и информационно-образовательные ресурсы

При освоении дисциплины студенты должны использовать информационные и информационно-образовательные ресурсы следующих порталов и сайтов:

Система поддержки учебных курсов НИ РХТУ. Кафедра Автоматизация производственных процессов / BMCC URL: <http://moodle.nirhtu.ru>

Библиотека Новомосковского института (филиала) Российского химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева. URL: http://irbis.nirhtu.ru/ISAPI/irbis64r_opak72/cgiirbis_64.dll?C21COM=F&I21DBN=IBIS&P21DBN=IBIS

ЭБС «Издательство «Лань» (договор № 616/2016 от 26.09.2016г.) - <https://e.lanbook.com/>

Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - <https://cyberleninka.ru/>

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/>

Портал АСУТП.ру — популярный интернет-ресурс, который предназначен для профессионалов, работающих в сфере автоматизации производства - <http://asutp.ru/>

Профессиональные базы данных

База данных Scopus (сублицензированный договор № Scopus//130 от 08.08.2017г) - <https://www.scopus.com>

База данных Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC (сублицензионный договор № WoS/1035 от 01.04.2017г.) - <https://clarivate.com/>

Википедия — общедоступная многоязычная универсальная интернет-энциклопедия со свободным контентом. - ru.wikipedia.org

Служба, обеспечивающая с помощью веб-интерфейса, хранение, накопление, передачу и обработку материалов Пользователей, представленных в электронном виде в публичный доступ, с предоставлением в распоряжение последних уникальных аккаунтов, в которых хранятся материалы - <https://www.twirpx.com/>

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченные доступом в электронную информационно-образовательную среду Института, помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Приспособленность помещений для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
Лекционная аудитория (108 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска. Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран (постоянное место хранения: ауд.109а)	приспособлено (аудитория на первом этаже)
Аудитория для практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, проведения текущего контроля и промежуточной аттестации (310, учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска Презентационная техника: ноутбук, проектор, экран (постоянное место хранения: ауд.309) Компьютеры «Realm» 10шт Принтер матричный 2 шт. Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено* для слабовидящих, слабослышащих и иных видов соматических заболеваний и лиц с ОВЗ

Аудитория для лиц с ограниченными возможностями и самостоятельной работы студентов (107 учебный корпус 1, Трудовые Резервы, 29)	Учебная мебель, доска ПК (2шт) Доступ в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога НИ РХТУ, системе управления учебными курсами Moodle	приспособлено (аудитория на первом этаже, отсутствие порогов)
---	---	---

Технические средства обучения, служащие для предоставления учебной информации большой аудитории

Ноутбук с возможностью просмотра видеоматериалов и презентаций, с неограниченным доступом в Интернет, к ЭБС, электронным образовательным и информационным ресурсам, базе данных электронного каталога Института, системе управления учебными курсами Moodle, учебно-методическим материалам.

Проектор, экран

Программное обеспечение

Операционная система (MSWindows XP распространяется под лицензией [TheNovomoskovskuniversity \(thebranch\) - EMDEPT-DreamSparkPremiumhttp://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897](http://e5.onthehub.com/WebStore/Welcome.aspx?vsro=8&ws=9f5a10ad-c98b-e011-969d-0030487d8897). Номер учетной записи e5: 100039214

OpenOffice.org Текстовый редактор и редактор web-страниц Writer; Редактор электронных таблиц Calc; Редактор для создания и редактирования формул Math распространяется под свободной лицензией LGPL

Архиватор 7zip (распространяется под лицензией GNU LGPL license)

Adobe Acrobat Reader - ПО [Acrobat Reader DC](https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html) и мобильное приложение Acrobat Reader являются бесплатными и доступны для корпоративного распространения (<https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html>).

Браузер Mozilla Firefox (распространяется под лицензией Mozilla Public License 2.0 (MPL))

ПО для инженерных математических расчетов - MathCad Express 3.0 - Бесплатно в течение неограниченного срока. (<https://www.ptc.com/ru/products/mathcad-express-free-download>)

SimInTech (демоверсия)

Печатные и электронные образовательные и информационные ресурсы:

Информационно-методические материалы: учебные пособия по дисциплине;

Электронные образовательные ресурсы: учебно-методические разработки в электронном виде; справочные материалы в печатном и электронном виде.

Учебно-наглядные пособия:

Комплекты плакатов к лабораторным работам.

АННОТАЦИЯ рабочей программы дисциплины Теория автоматического управления

1. Общая трудоемкость (з.е./ час): 10 / 360. Контактная работа аудиторная 176 час., из них: лекционные 86 час, практические 36 час, лабораторные 54 час. Самостоятельная работа студента 110 час. Форма промежуточного контроля: экзамены. Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 и 4 семестрах.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория автоматического управления относится к базовой части блока 1 Дисциплины (модули). Является обязательной для освоения в 3 и 4 семестрах, на 2 курсе.

Дисциплина базируется на курсах циклов естественнонаучных и общепрофессиональных дисциплин: Автоматика, Основы кибернетики, Прикладная информатика, Математика и является основой для последующих дисциплин: Технические средства автоматизации, Автоматизация технологических процессов и производств, Автоматизированные системы управления химико-технологических процессов, Специальные системы управления, Оптимальные системы управления.

3. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью освоения дисциплины является обеспечение базовой подготовки студентов в области функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления

Задачи преподавания дисциплины:

- приобретение знаний о классификации объектов и систем автоматического управления;
- формирование и развитие умений описывать происходящие в системах динамические процессы;
- формирование и развитие умений анализа структур и математического описания систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы
- приобретение и формирование навыков проведения синтеза автоматизированных систем управления, их испытания и эксплуатацию;

4. Содержание дисциплины

Основные понятия и определения. Частотные и временные характеристики. Структурные схемы. Анализ основных свойств линейных СУ. Методы оценки качества регулирования линейных систем. Типовые законы регулирования. Сложные системы регулирования. Случайные процессы в системах автоматического управления. Основы теории графов. Нелинейные системы и их особенности. Методы исследования нелинейных систем. Метод гармонической линеаризации. Исследование устойчивости и автоколебаний нелинейных систем. Устранение автоколебаний. Качество переходных процессов в нелинейных системах. Устойчивость в нелинейных системах. Линейные дискретные модели. Основные понятия об импульсных СУ. Формирование дискретных сигналов во времени. Дискретная передаточная функция. Анализ устойчивости цифровых систем. Билинейное преобразование. Компенсационные регуляторы. Аperiodические регуляторы Построение дискретных моделей на основе непрерывных. Алгоритмы низкого порядка.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующим результатом обучения по дисциплине:

- способностью участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с автоматизацией производств, выборе на основе анализа вариантов оптимального прогнозирования последствий решения (ОПК-4);
- в результате сформированности компетенции студент должен:

Знать:

- современные информационные технологии получения новых знаний в области использования математического аппарата для решения задач автоматизации и управления

Уметь:

- использовать современные информационные технологии, технику, прикладные программные средства

Владеть:

- программными средствами при решении задач автоматизации и управления
 - способность выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством (ПК-8);
- в результате сформированности компетенции студент должен:

Знать:

- современные методы классификаций объектов и систем управления

Уметь:

- использовать полученную в результате обучения теоретическую и практическую базы для получения математического описания объектов и систем в виде дифференциальных уравнений, структурных схем, графов

Владеть:

- навыками проведения синтеза автоматизированных систем управления, их испытания и эксплуатацию
- способность аккумулировать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств, автоматизированного управления жизненным циклом продукции, компьютерных систем управления ее качеством (ПК-18);

в результате сформированности компетенции студент должен:

Знать:

- принципы действия современных и отечественных систем управления и особенности протекающих в них процессах

Уметь:

- анализировать структуру и математическое описание систем управления с целью определения областей их устойчивой и качественной работы

Владеть:

- навыками решения практических задач по расчету, анализу устойчивости, качества, проектированию систем управления

Перечень индивидуальных заданий

Обучающийся выполняет 5 частей индивидуального задания. Первая и вторая части выполняются по тем же заданиям, что и задания к контрольным работам для приобретения навыков выполнения расчетов. Третья, четвертая и пятая части имеют общее задание, а данные выбираются по персональным данным.

3 часть индивидуального задания.

Исходное дифференциальное уравнение имеет вид:

$$T_2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + T_1 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = kx(t)$$

Числовые значения коэффициентов определяются следующим образом:

T_2 равняется порядковому номеру в алфавите первой буквы фамилии;

T_1 равняется порядковому номеру в алфавите первой буквы имени;

k равняется порядковому номеру в алфавите первой буквы отчества.

Кроме того:

если последняя цифра шифра нечетная, то перед T_1 ставится знак (-);

если предпоследняя цифра шифра нечетная, то перед $y(t)$ ставится знак (-);

если одна из цифр равна 0, то соответственно T_1 или $y(t)$ равны 0.

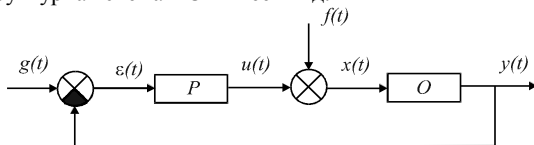
Необходимо:

1. Вывести формулы передаточной функции и переходной функции, построить график кривой разгона.

2. Вывести и построить семь частотных характеристик (амплитудно-частотную, фазо-частотную, вещественную и мнимую частотные, амплитудно-фазовую, логарифмические амплитудную и фазовую частотные характеристики).

4 часть индивидуального задания.

Структурная схема АСР имеет вид:



где

P - регулятор,

O - объект управления,

$g(t)$ - задание,

$\varepsilon(t)$ - рассогласование,

$u(t)$ - управляющее воздействие,

$f(t)$ - возмущение по нагрузке,

$x(t)$ - входной сигнал,

$y(t)$ - выходной сигнал.

Передаточная функция регулятора имеет вид:

$$W(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_{из} s} \right).$$

Номер структурной схемы объекта равняется численному значению первой буквы фамилии, деленной на 2. Варианты структурных схем приведены ниже. Общий вид передаточных функций объекта:

$$W_1(s) = k_1$$

$$W_2(s) = \frac{1}{T_2 s + 1}$$

$$W_3(s) = k_3$$

$$W_4(s) = \frac{1}{T_4 s + 1}$$

Числовые значения коэффициентов передаточных функций $W_1(s)$, $W_2(s)$, $W_3(s)$ и $W_4(s)$ определяются следующим образом:

k_1 равняется порядковому номеру в алфавите первой буквы имени;

T_2 равняется порядковому номеру в алфавите первой буквы отчества;

k_3 равняется последней цифре шифра;

T_4 равняется предпоследней цифре шифра.

1 Преобразовать структурную схему объекта и получить передаточную функцию объекта $W_0(s)$.

2 Получить передаточные функции по каналам:

а) нагрузка (f) - выход (y) W_{f-y} ;

б) задание (g) - выход (y) W_{g-y} .

Значения k_p и $T_{из}$ принять соответственно $1/k_0$ и T_1 , где k_0 - коэффициент усиления объекта, T_1 - коэффициент при s в знаменателе передаточной функции объекта.

Для получения передаточных функций по каналам нагрузка (f) - выход (y) W_{f-y} и задание (g) - выход (y) W_{g-y} выполняются аналогичные преобразования. При определении W_{f-y} полагают $g=0$, а W_{g-y} полагают $f=0$.

5 часть индивидуального задания.

Определить устойчивость САР по критерию Рауса, используя передаточную функцию W_{g-y} , рассчитанную в 4-ой части

Перечень индивидуальных заданий к контрольным работам

Задания к контрольной работе №1

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{3s}{s^2 + 9} + \frac{2s - 1}{s^2 - 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{2s + 8}{s^2 + 4s + 13} - \frac{3s}{s^2 - 2s + 5}$$

$$F(s) = \frac{s + 2}{s^2 - 10s + 26} + \frac{4}{s^2 + 6s + 9}$$

$$F(s) = \frac{2}{s^2} + \frac{s + 6}{s^2 + 2s + 5}$$

$$F(s) = \frac{2}{s^2} - \frac{3s - 1}{s^2 + 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{5s + 1}{s^2 + 4} - \frac{5s}{s^2 + 6s + 10}$$

$$F(s) = \frac{4}{s^2 + 6s + 9} - \frac{2s}{s^2 - 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{2s - 1}{s^2 - 2s + 5} - \frac{4s + 1}{s^2 - 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{4s + 4}{s^2 - 4s + 8} - \frac{4s + 8}{s^2 - 2s + 5}$$

$$F(s) = \frac{3}{(s^2 + 8s + 16)^2} - \frac{3s}{s^2 + 6s + 10}$$

$$F(s) = \frac{10}{s^2 + 8s + 16} + \frac{5s}{s^2 - 2s + 10}$$

$$F(s) = \frac{3}{(s - 7)^3} + \frac{s + 1}{s^2 - 2s + 10}$$

$$F(s) = \frac{8}{s^2 + 16} + \frac{8}{s^2 + 8s + 16}$$

$$F(s) = \frac{3s + 9}{s^2 + 6s + 18} - \frac{3s - 3}{s^2 + 2s + 10}$$

$$F(s) = \frac{3}{s^2} + \frac{6}{(s + 1)^2} - \frac{2s}{s^2 - 4s + 5}$$

$$F(s) = \frac{4}{(s + 2)^3} - \frac{2s - 5}{s^2 - 4s + 13}$$

$$F(s) = \frac{2}{s^3 + 6s^2 + 12s + 8} - \frac{s - 1}{s^2 + 4s + 13}$$

$$F(s) = \frac{48}{(s - 1)^5} + \frac{s + 2}{s^2 - 2s + 10}$$

$$F(s) = \frac{5}{s - 6} + \frac{s + 3}{s^2 - 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{s - 8}{s^2 + 2s + 10} - \frac{4}{s^2 - 4s + 4}$$

$$F(s) = \frac{2s - 8}{s^2 - 8s + 20} + \frac{2s}{s^2 - 2s + 26}$$

$$F(s) = \frac{4s}{s^2 + 6s + 13} + \frac{s + 1}{s^2 - 2s + 10}$$

$$F(s) = \frac{2s}{s^2 - 2s + 17} - \frac{s - 2}{s^2 + 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{1}{s^2 + 6s + 10} - \frac{2s}{s^2 - 2s + 5}$$

$$F(s) = \frac{12}{s^2 + 16} - \frac{2s + 1}{s^2 + 25}$$

$$F(s) = \frac{4}{(s + 3)^2} + \frac{3}{s^2 - 2s + 17}$$

$$F(s) = \frac{5}{s^2 - 4s + 4} + \frac{s - 3}{s^2 - 4s + 8}$$

$$F(s) = \frac{4s}{s^2 - 2s + 26} + \frac{2s - 1}{s^2 + 2s + 5}$$

$$F(s) = \frac{6}{(s^2 - 6s + 9)^2} + \frac{s + 3}{s^2 - 6s + 13}$$

$$F(s) = \frac{2s}{s^2 - 2s + 5} + \frac{12}{s^4}$$

$$F(s) = \frac{5s + 10}{s^2 - 2s + 10} - \frac{15}{s^2 - 2s + 17}$$

$$F(s) = \frac{6}{s^2 - 4s + 5} - \frac{s - 5}{s^2 - 4s + 13}$$

$$F(s) = \frac{5}{s^2 + 2s + 1} - \frac{s + 2}{s^2 - 4s + 20}$$

$$F(S) = \frac{3}{S^2 + 6S + 10} + \frac{3}{(S^2 - 8S + 16)^2}$$

$$F(s) = \frac{3}{s^2 + 4s + 29} - \frac{s - 2}{s^2 + 4s + 13}$$

$$F(S) = \frac{4S - 4}{S^2 - 2S + 5} + \frac{4S - 8}{S^2 - 4S + 8}$$

$$F(S) = \frac{5}{S^2 + 6S + 10} + \frac{10}{S - 6}$$

Задания к контрольной работе №2

Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = (2 \sin 4t + t^4)e^{-2t}$$

$$f(t) = 3 \sin 4t - 2 \cos 5te^{5t}$$

$$f(t) = 2(1 + \sin 5t)e^{-3t}$$

$$f(t) = 5e^{-4t} + (6t + \cos 6t)e^{4t}$$

$$f(t) = 3e^{-3t}(\cos 2t + t^5)$$

$$f(t) = 2t^4 e^t - (\cos 3t + t^2)e^{-2t}$$

$$f(t) = (5e^{6t} + e^{-4t}) \cos 2t$$

$$f(t) = 4t^3 - (\cos 2t - \cos 3t)e^{2t}$$

$$f(t) = 5e^t(\cos 3t + \sin 3t - t^4)$$

$$f(t) = (t^5 + \cos 5t)e^{-t}$$

$$f(t) = 2e^{4t}(\cos 2t - \sin 2t)$$

$$f(t) = t^2(e^{-2t} - e^{4t}) + \cos 4te^{-t}$$

$$f(t) = 5 \cos 2te^{4t}$$

$$f(t) = 2t + (\cos 2t + 2,5 \sin 2t)e^{-t}$$

$$f(t) = 4(\cos 2t - 1,5 \sin 2t)e^{-3t}$$

$$f(t) = 10te^{-4t} - (\sin 2t + \cos 2t)e^{4t}$$

$$f(t) = 4te^{-3t} - (\cos 3t + \cos 2t)e^{3t}$$

$$f(t) = 1,5t^2 e^{7t} - e^{3t}(\sin 2t - \cos 2t)$$

$$f(t) = e^{5t}(\cos t + 7 \sin t)$$

$$f(t) = 6t + 2e^{3t}(\cos 2t - \sin 3t)$$

$$f(t) = 3 \cos 3t(e^{-3t} + e^{2t})$$

$$f(t) = 2(\cos 4t + 0,25 \sin 4t)e^t$$

$$f(t) = (\cos 3t - 3 \sin 3t)e^{-t}$$

$$f(t) = 2e^{-2t}(\cos 3t + \frac{2}{3} \sin 3t)$$

$$f(t) = 2t^2 e^{-2t} - e^t(\sin 3t - \cos 3t)$$

$$f(t) = e^{2t}(3 \sin 2t - \cos 3t + \sin 3t)$$

$$f(t) = 5te^{-t} - e^{2t}(\cos 4t + \sin 4t)$$

$$f(t) = 3 \sin t \cdot e^{-3t} + 0,5t^4 e^{4t}$$

$$f(t) = e^{3t}(t^5 - 2 \cos t)$$

$$f(t) = 4 \cos 2t(e^{-t} + e^{-2t})$$

$$f(t) = 5e^{-3t}(\sin t + 2e^{9t})$$

$$f(t) = 4te^{-3t} + 0,75 \sin 4t(e^t - e^{-t})$$

$$f(t) = 5te^{-t} - e^{2t}(\cos 4t - \sin 4t)$$

$$f(t) = 4e^t(\cos 5t + 0,2 \sin 5t)$$

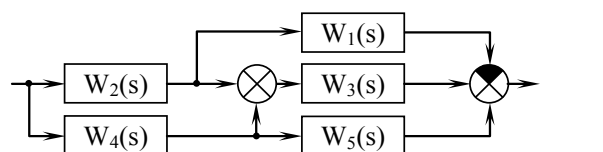
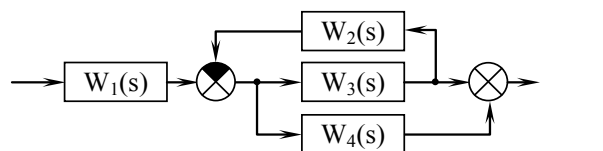
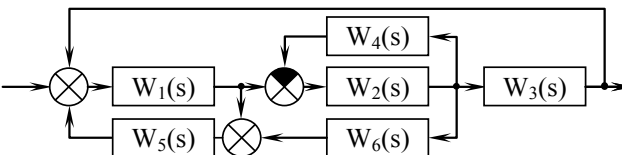
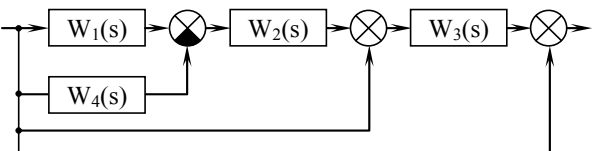
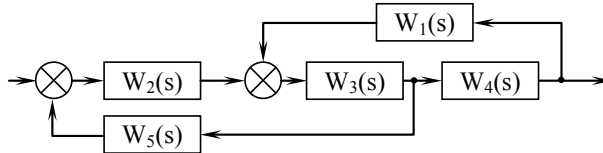
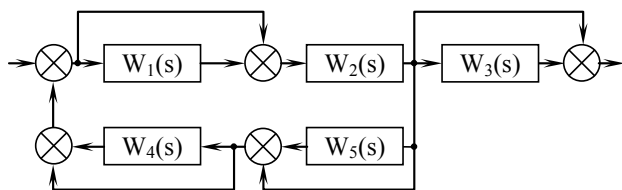
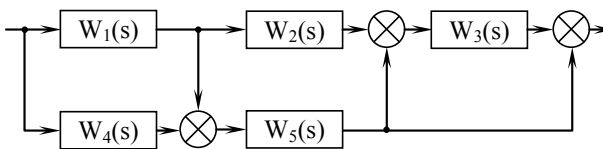
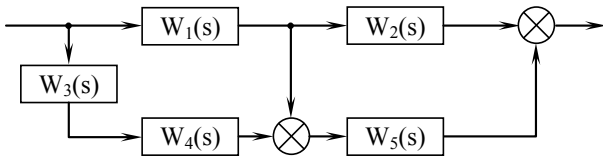
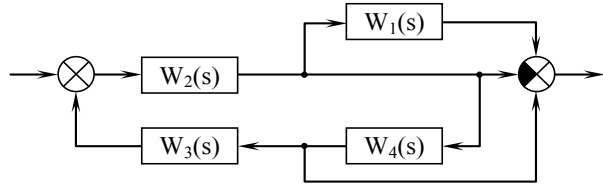
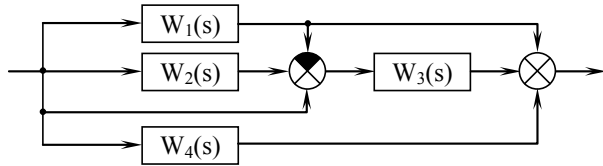
$$f(t) = (1,5 \sin 2t - \cos 3t)e^{-4t}$$

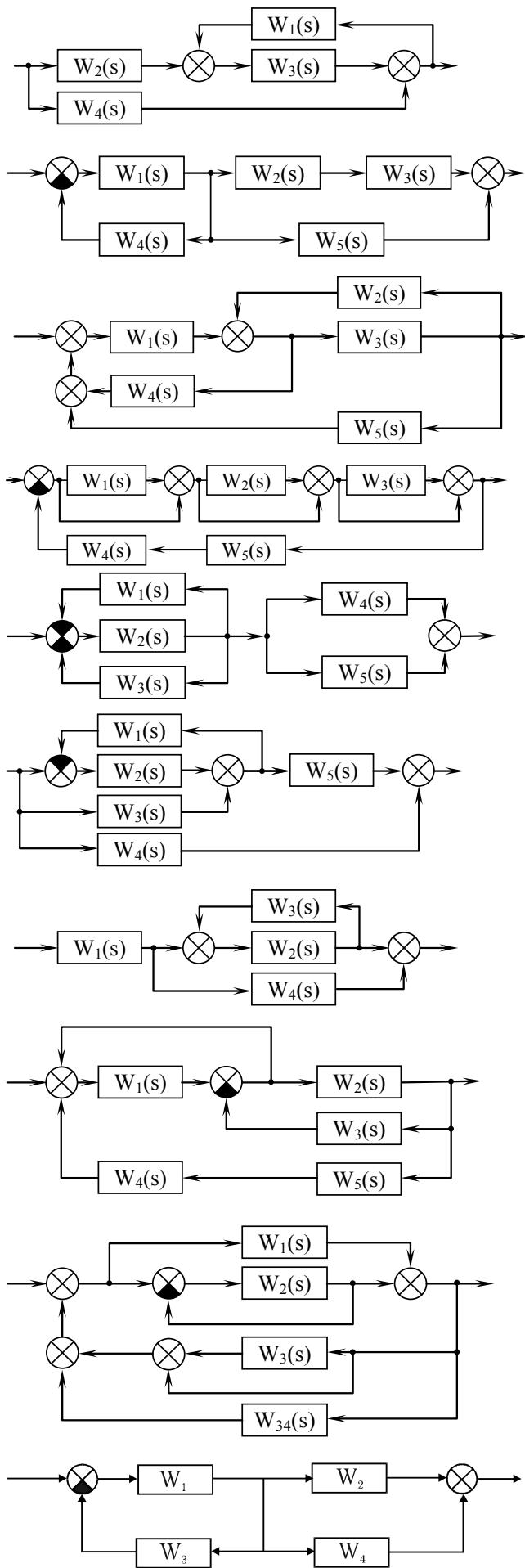
$$f(t) = 2(\cos 2t \cdot e^t + 0,5 \sin 2t \cdot e^t + t^3)$$

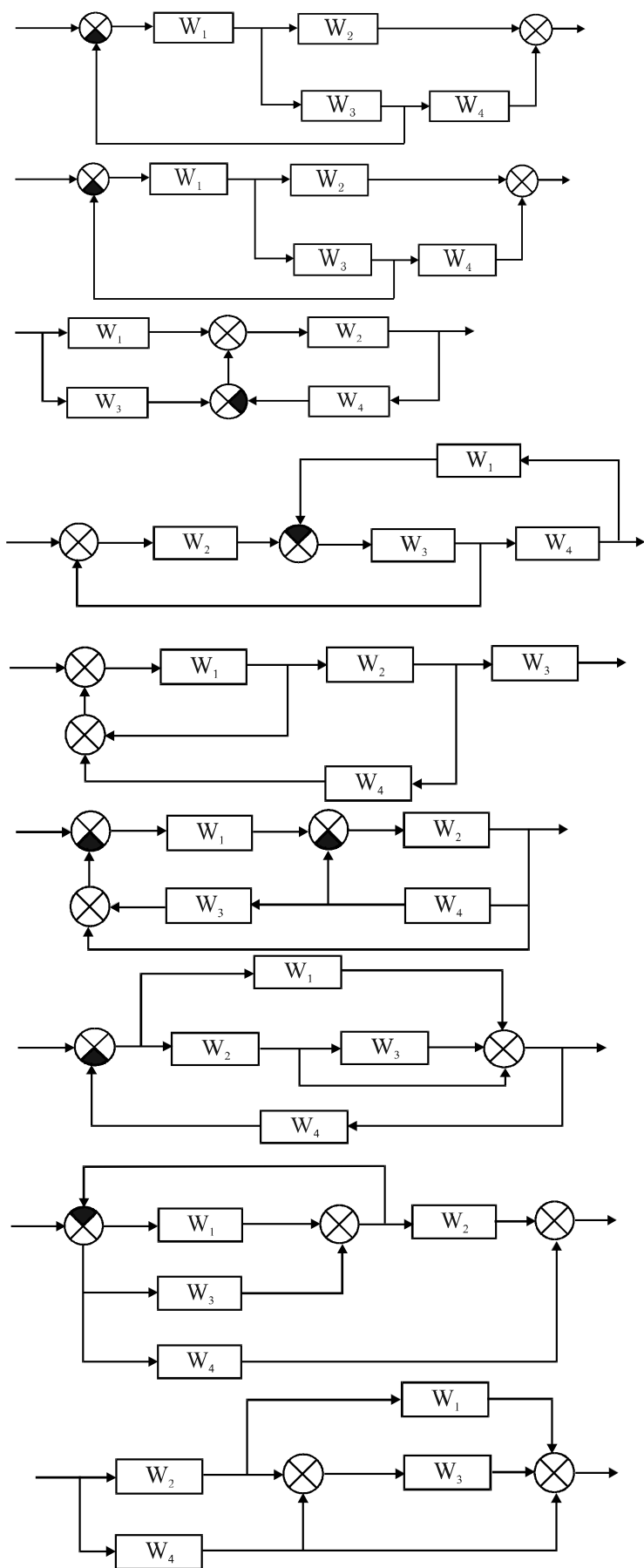
$$f(t) = 5e^t (\cos 3t + \sin 3t - 3t)$$

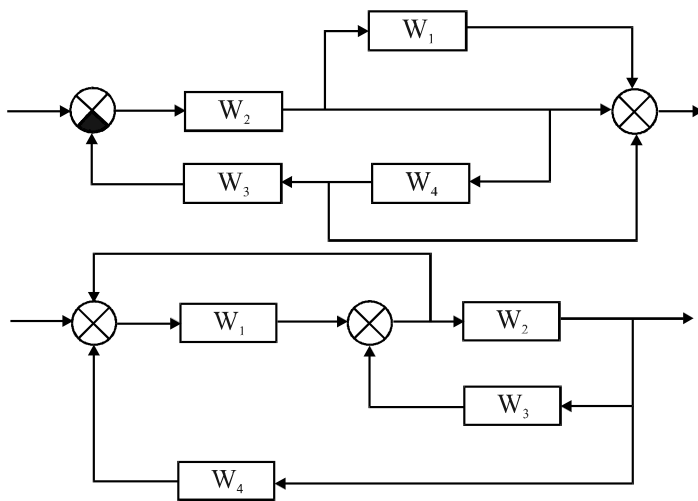
Задания к контрольной работе №3

Преобразовать структурную схему









Задания к контрольной работе №4

Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

1. $W(s) = \frac{10}{s^4 + 6s^3 + 6s^2 + 5s + 4}$

2. $W(s) = \frac{5}{4s^4 + 3s^3 + 42s^2 + s + 10}$

3. $W(s) = \frac{6}{3s^4 + 2s^3 + 8s^2 + 2s + 3}$

4. $W(s) = \frac{s^2}{s^4 + 2s^3 + 4s^2 + 5s + 3}$

5. $W(s) = \frac{3s}{3s^4 + s^3 + 8s^2 + s + 3}$

6. $W(s) = \frac{8}{7s^4 + 10s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$

7. $W(s) = \frac{3s-1}{4s^4 + 2s^3 + 6s^2 + s + 1}$

8. $W(s) = \frac{s+3}{2s^4 + 5s^3 + 5s^2 + 3s + 2}$

9. $W(s) = \frac{5}{s^4 + 2s^3 + 5s^2 + 4s + 5}$

10. $W(s) = \frac{1}{s^4 + 2s^3 + 4s^2 + 4s + 3}$

11. $W(s) = \frac{7}{4s^4 + s^3 + 21s^2 + 5s + 2}$

12. $W(s) = \frac{4s}{5s^4 + 6s^3 + 2s^2 + 2s + 1}$

13. $W(s) = \frac{5}{2s^4 + s^3 + 14s^2 + s + 6}$

14. $W(s) = \frac{2s+4}{2s^4 + 3s^3 + 38s^2 + s + 10}$

15. $W(s) = \frac{s}{s^4 + 3s^3 + 13s^2 + s + 3}$

$$16. W(s) = \frac{2s+1}{6s^3 + 3s^2 + 2s+1}$$

$$17. W(s) = \frac{2s+1}{s^4 + 2s^3 + 3s^2 + s+1}$$

$$18. W(s) = \frac{s-6}{s^4 + 3s^3 + 4s^2 + 7s+2}$$

$$19. W(s) = \frac{2s+21}{3s^4 + 2s^3 + 9s^2 + 4s+5}$$

$$20. W(s) = \frac{2s-1}{5s^4 + s^3 + s^2 + 5s+4}$$

$$21. W(s) = \frac{10}{5s^4 + 4s^3 + 3s^2 + 2s+1}$$

$$22. W(s) = \frac{2}{3s^4 + s^3 + 2s^2 + s+5}$$

Определить устойчивость объекта по критерию Рауса

$$1. W(s) = \frac{s-3}{2s^5 + 2s^4 + 2s^3 + s^2 + 2s+2}$$

$$2. W(s) = \frac{s-1}{2s^4 + 5s^3 + s^2 + s+1}$$

$$3. W(s) = \frac{5s+1}{s^5 + 2s^3 + 6s^2 + 4s+3}$$

$$4. W(s) = \frac{4}{2s^5 + s^4 + 3s^2 + s+3}$$

$$5. W(s) = \frac{s}{2s^5 + 3s^4 + 4s^3 + s^2 + s+2}$$

$$6. W(s) = \frac{10s}{6s^5 + s^4 + 2s^3 + s^2 + 3s+3}$$

$$8. W(s) = \frac{2}{s^5 + s^4 + 3s^3 + 2s^2 + 4s+1}$$

$$9. W(s) = \frac{4}{s^5 + 3s^4 + 2s^3 + 4s^2 + s+2}$$

$$10. W(s) = \frac{3}{3s^5 + 4s^4 + 2s^3 + s^2 + 2s+3}$$

$$11. W(s) = \frac{2s+5}{s^5 + 2s^4 + 4s^3 + 6s^2 + 8s+10}$$

$$12. W(s) = \frac{2s}{10s^5 + 5s^4 + 12s^3 + 5s^2 + 10s+1}$$

$$13. W(s) = \frac{8s}{2s^5 + s^4 + 3s^3 + s^2 + 4s+1}$$

$$14. W(s) = \frac{2s+13}{4s^5 + 2s^4 + 23s^3 + 8s^2 + s+10}$$

$$15. W(s) = \frac{5}{4s^5 + 2s^4 + 6s^3 + 2s^2 + s+3}$$

$$16. W(s) = \frac{7}{3s^5 + s^4 + 12s^3 + 2s^2 + 4s + 3}$$

$$17. W(s) = \frac{4s}{2s^5 + 5s^4 + 2s^3 + 4s^2 + 7s + 1}$$

$$18. W(s) = \frac{6}{s^5 + s^4 + 5s^3 + 4s^2 + 7s + 2}$$

$$19. W(s) = \frac{s^2 + 2}{s^5 + 4s^4 + s^3 + 2s^2 + s + 1}$$

$$20. W(s) = \frac{2s - 4}{5s^5 + 4s^4 + 3s^3 + 2s^2 + s + 1}$$

$$22. W(s) = \frac{3s}{5s^5 + 2s^4 + s^3 + 3s^2 + s + 4}$$

$$23. W(s) = \frac{2s + 1}{3s^4 + 6s^3 + 2s^2 + 2s + 5}$$

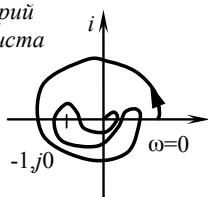
$$24. W(s) = \frac{5s - 1}{s^5 + 6s^4 + s^3 + 3s^2 + s + 1}$$

$$25. W(s) = \frac{8}{4s^5 + s^4 + 2s^3 + s^2 + 4s + 2}$$

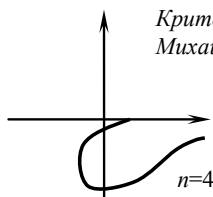
Задания к контрольной работе №5

Определить устойчивость объекта по частотным критериям.

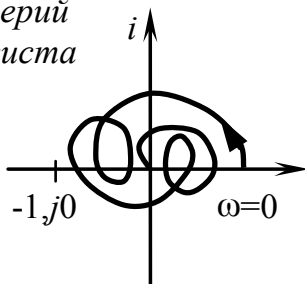
Критерий
Найквиста



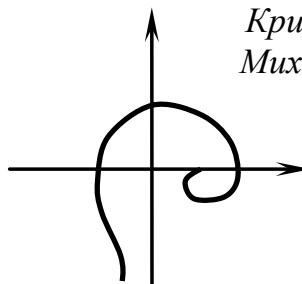
Критерий
Михайлова



Критерий
Найквиста

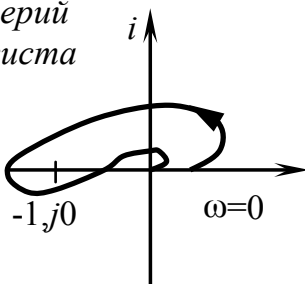


Критерий
Михайлова

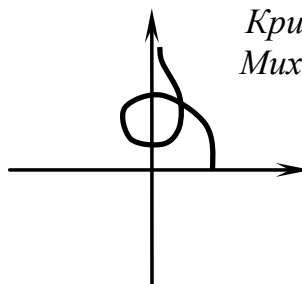


$n=7$

Критерий
Найквиста

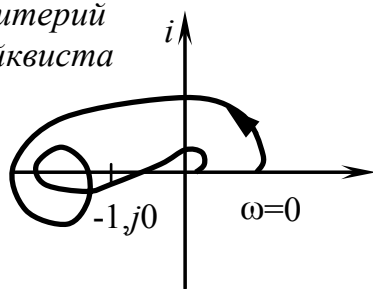


Критерий
Михайлова

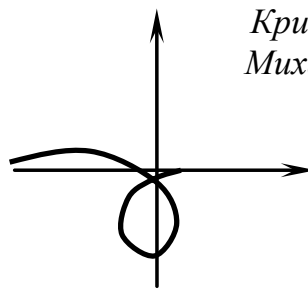


$n=5$

Критерий
Найквиста

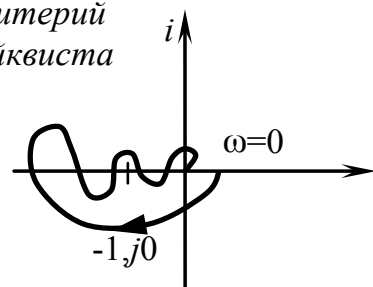


Критерий
Михайлова

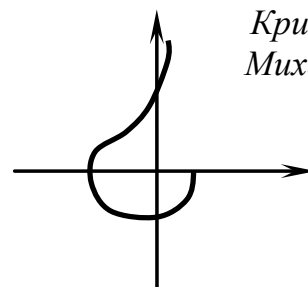


$n=6$

Критерий
Найквиста

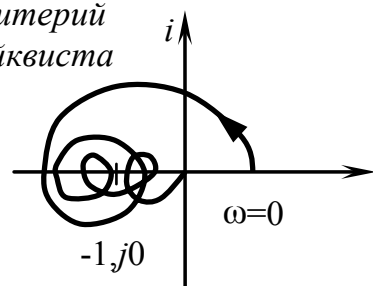


Критерий
Михайлова

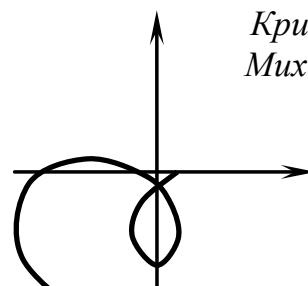


$n=5$

Критерий
Найквиста

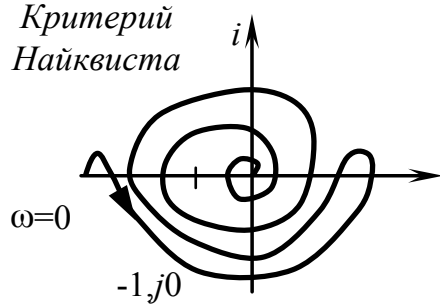


Критерий
Михайлова

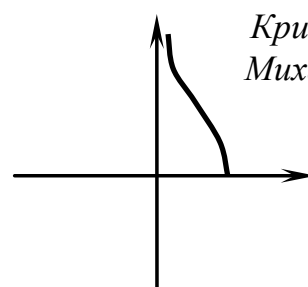


$n=7$

Критерий
Найквиста

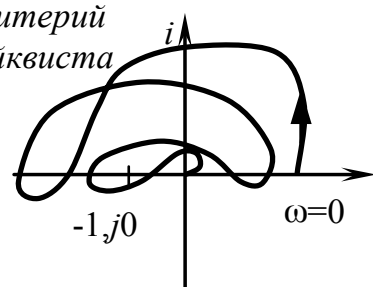


Критерий
Михайлова

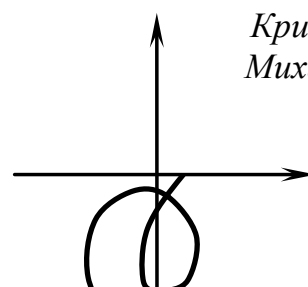


$n=5$

Критерий
Найквиста

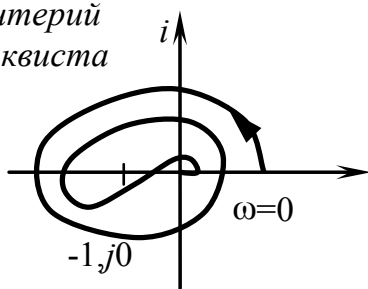


Критерий
Михайлова

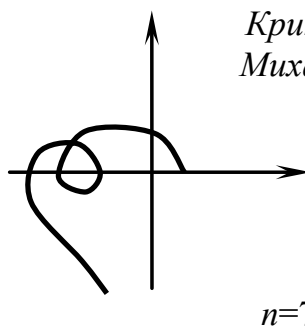


$n=7$

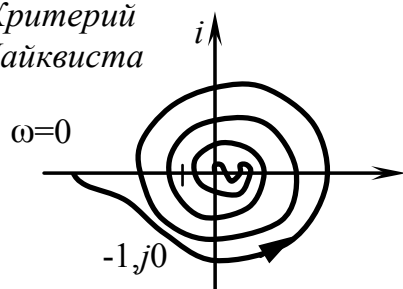
Критерий
Найквиста



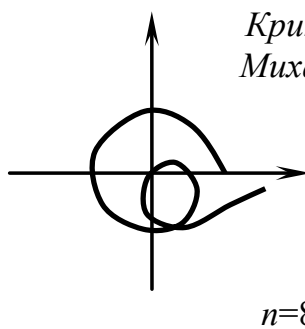
Критерий
Михайлова



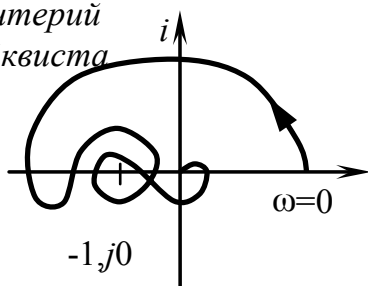
Критерий
Найквиста



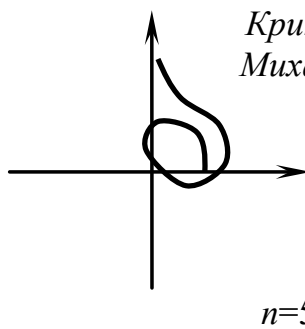
Критерий
Михайлова



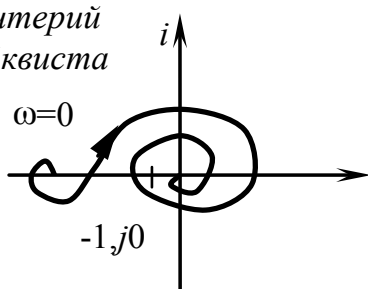
Критерий
Найквиста



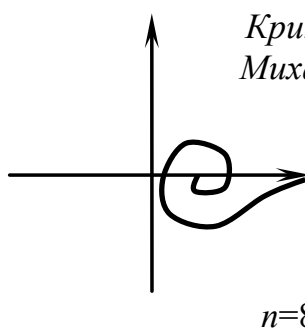
Критерий
Михайлова



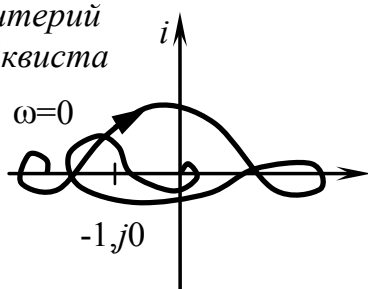
Критерий
Найквиста



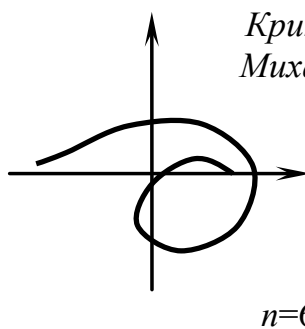
Критерий
Михайлова



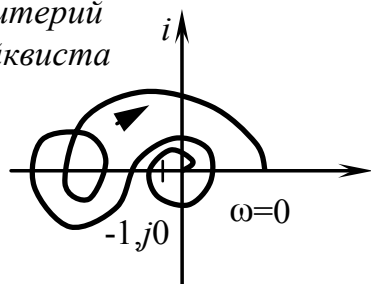
Критерий
Найквиста



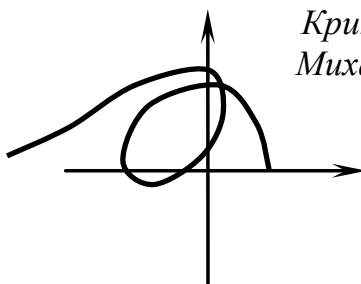
Критерий
Михайлова



Критерий
Найквиста

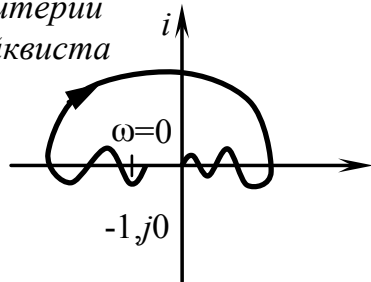


Критерий
Михайлова

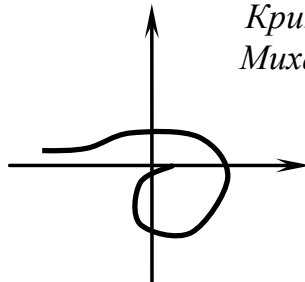


$n=6$

Критерий
Найквиста

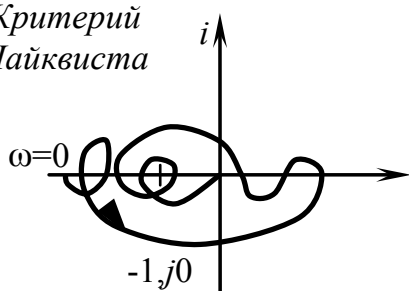


Критерий
Михайлова

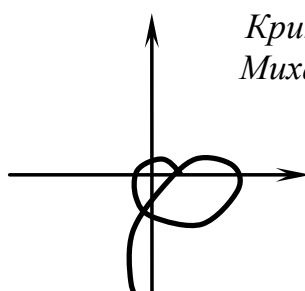


$n=6$

Критерий
Найквиста

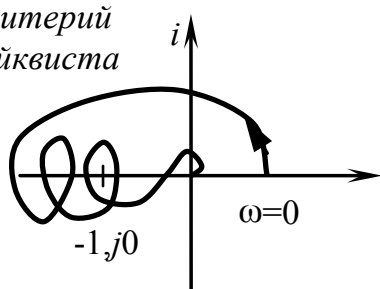


Критерий
Михайлова

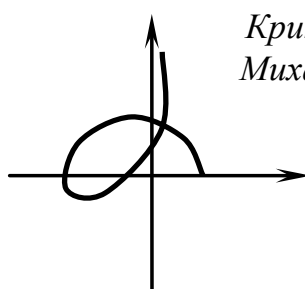


$n=7$

Критерий
Найквиста

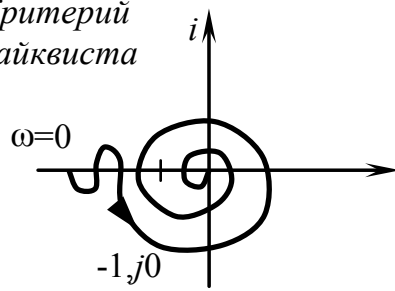


Критерий
Михайлова

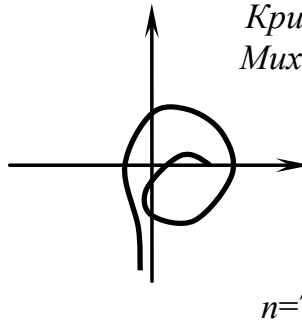


$n=5$

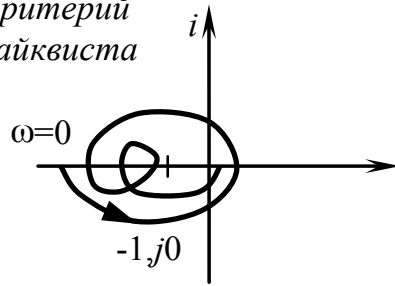
Критерий Найквиста



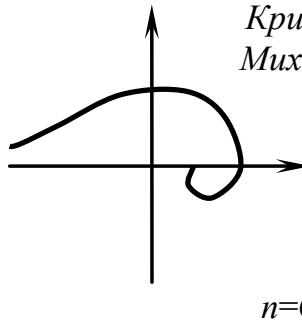
Критерий Михайлова



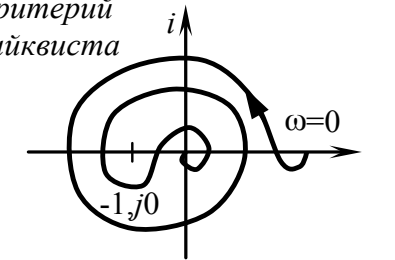
Критерий Найквиста



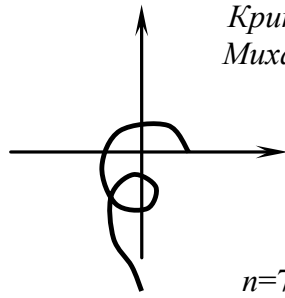
Критерий Михайлова



Критерий Найквиста

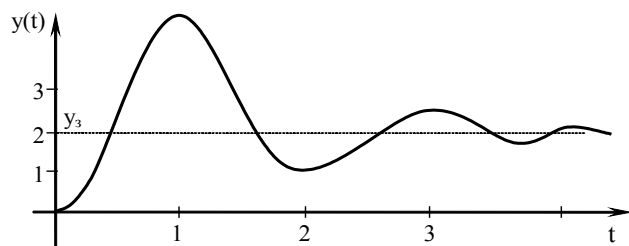
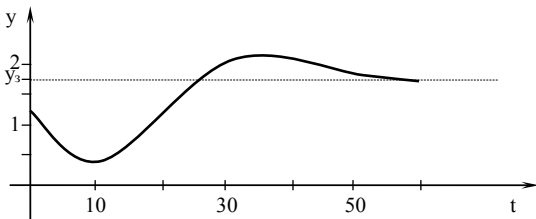
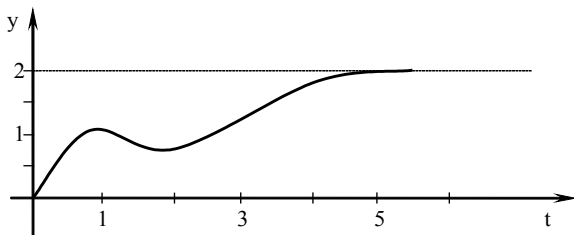


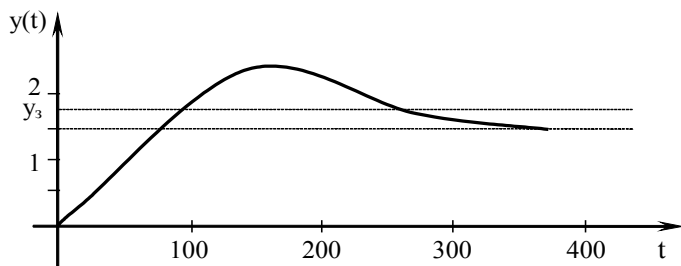
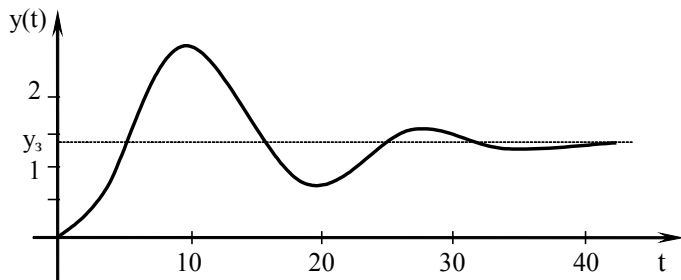
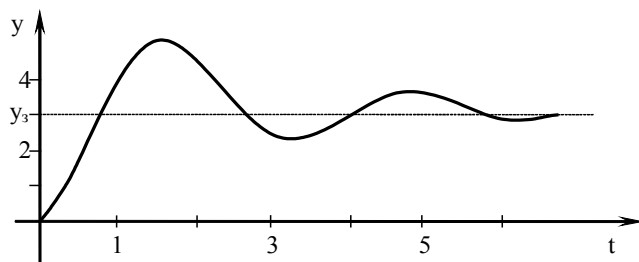
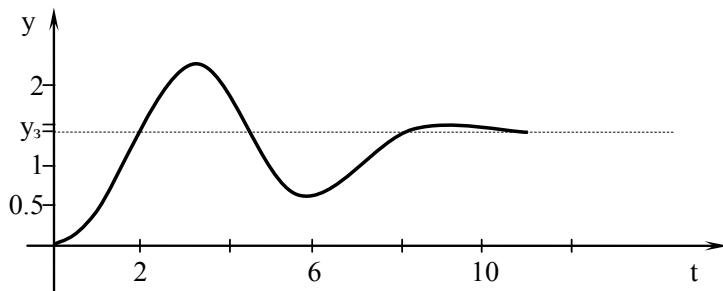
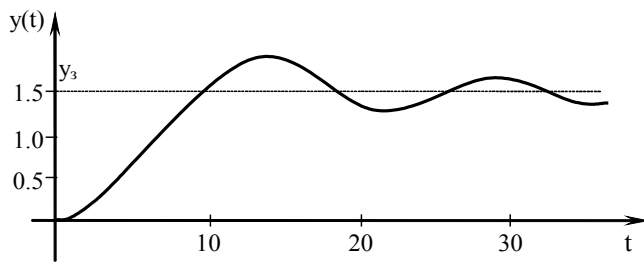
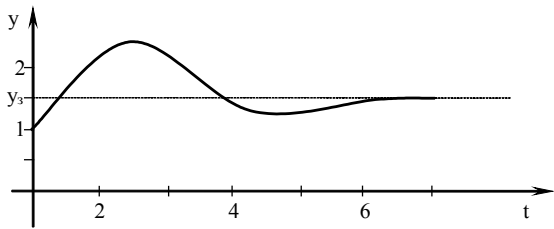
Критерий Михайлова

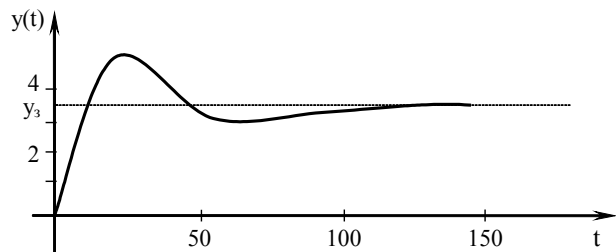
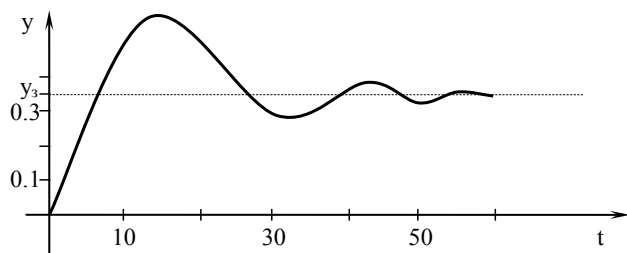
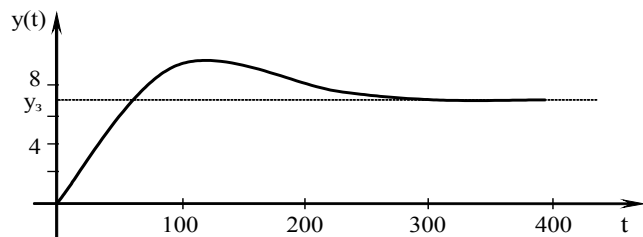
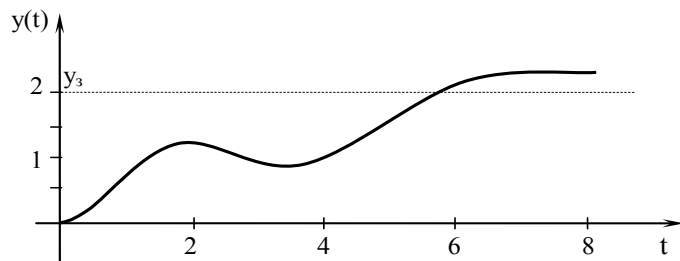
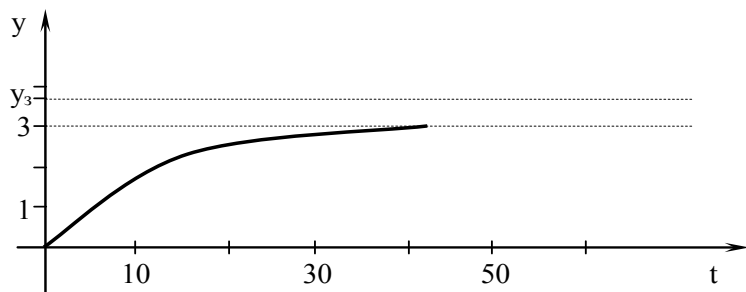


Задания к контрольной работе №6

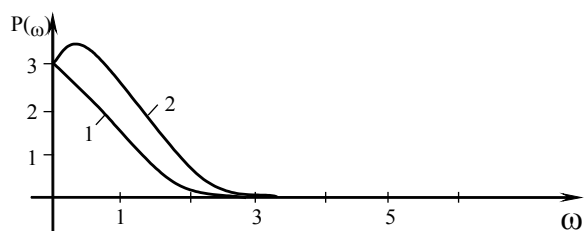
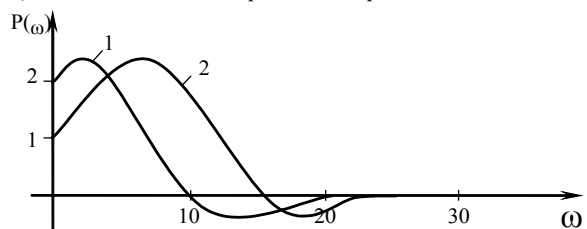
а) Определить прямые показатели качества

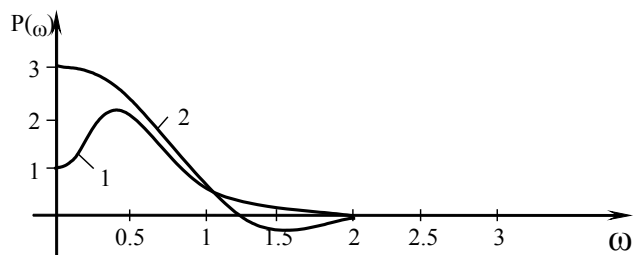
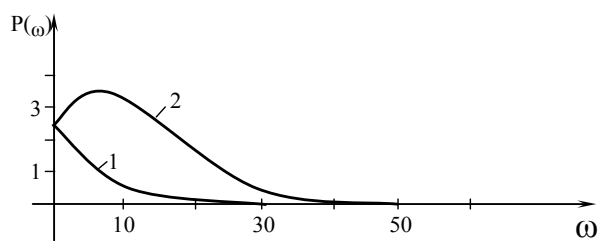
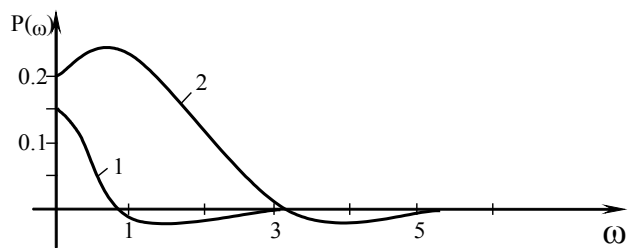
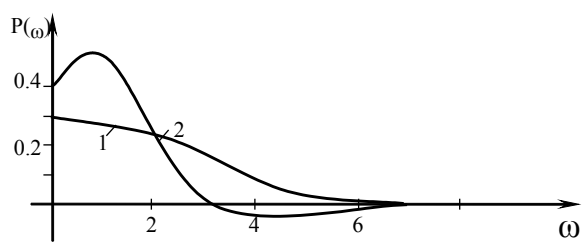
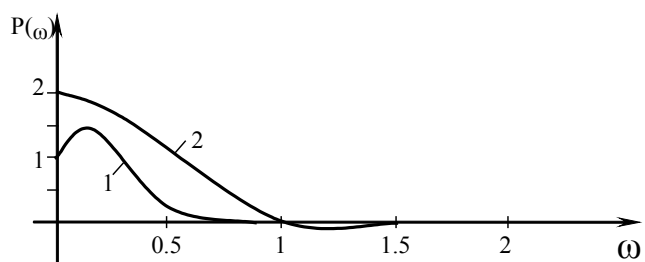
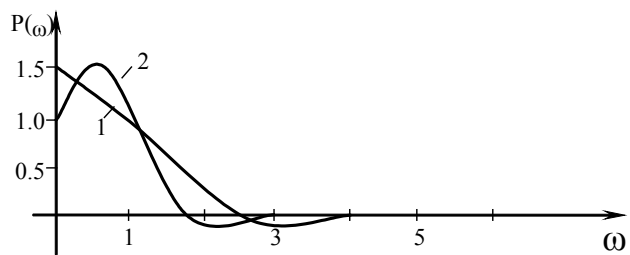
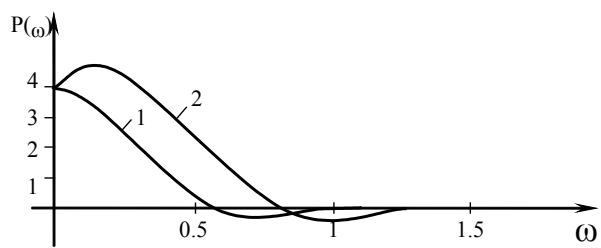


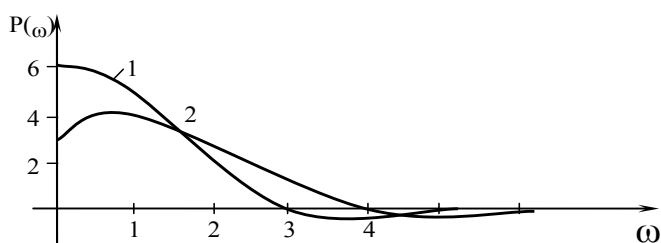
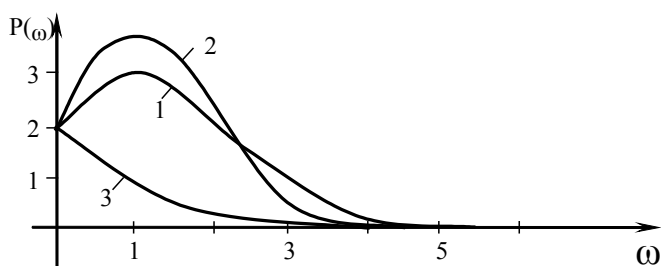
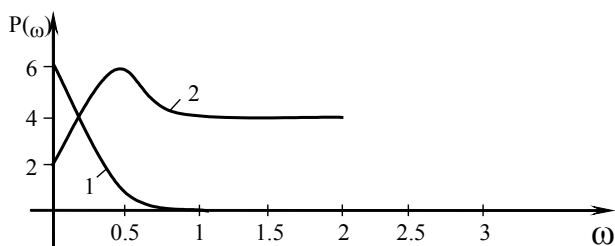
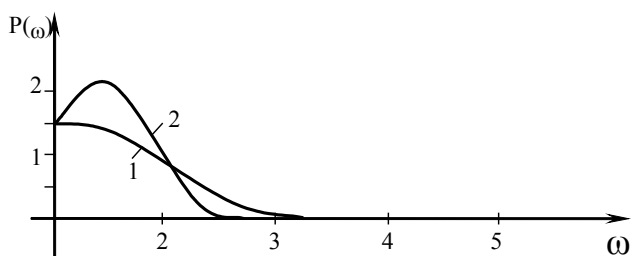
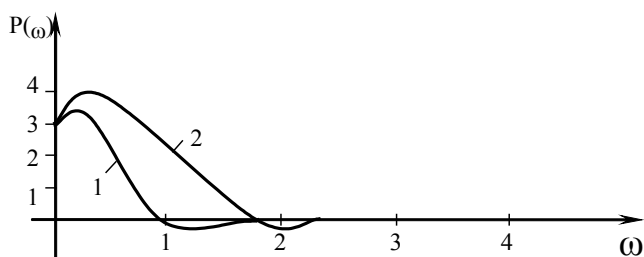




б) Оценить качество переходных процессов по вещественным частотным характеристикам







Перечень вопросов к лабораторным работам

Лабораторная работа №1

1. Запишите соотношение, определяющее преобразование Лапласа, приведите пример.
2. Перечислите основные свойства преобразования Лапласа.
3. Какое дифференциальное уравнение называют линейным?
4. Что называют передаточной функцией в форме изображений Лапласа?
5. Дайте определение передаточной функции в операторной форме.
6. Что называют переходной функцией системы?
7. Что называют весовой функцией системы?
8. Приведите аналитическое выражение и график единичного ступенчатого воздействия.
9. Что такое дельта-функция, какими свойствами она обладает?
10. Приведите аналитическое выражение и график дельта-функции.
11. Перечислите устойчивые типовые звенья.
12. Перечислите неустойчивые типовые звенья.
13. Какие звенья называются неминимально-фазовыми? Приведите примеры.
14. Для типовых звеньев приведите соответствующий общий вид передаточных функций, получите аналитические выражения временных характеристик и постройте их графики.
15. Как по графику переходной функции интегрирующего звена определить постоянную времени интегрирования? Почему интегрирующее звено называется звеном без самовывравнивания?
16. Как можно определить по графику переходной функции апериодического звена первого порядка коэффициенты соответствующей передаточной функции? На что влияют эти параметры?
17. Какое отличие временной характеристики звена 2-го порядка от звена 1-го порядка?

18. Как влияет степень колебательности на характер переходной кривой колебательного звена?

Лабораторная работа №2

1. Перечислите частотные характеристики линейных звеньев.
2. Получите аналитическое выражение и постройте амплитудно- частотную характеристику заданного звена.
3. Получите аналитическое выражение и постройте фазочастотную характеристику заданного звена.
4. Получите аналитическое выражение и постройте амплитудно-фазовую частотную характеристику заданного звена.
5. Получите аналитическое выражение и постройте вещественную частотную характеристику заданного звена.
6. Получите аналитическое выражение и постройте мнимую частотную характеристику заданного звена.
7. Получите аналитическое выражение и постройте логарифмическую амплитудную частотную характеристику заданного звена.
8. Получите аналитическое выражение и постройте логарифмическую фазовую частотную характеристику заданного звена.
9. Приведите основные соотношения между частотными характеристиками звена.
10. Приведите соотношение, по которому определяется амплитуда выходного сигнала звена.
11. Приведите соотношение, по которому определяется фаза выходного сигнала звена.
12. Выведите уравнение выходного сигнала при подаче на вход гармонического воздействия для линейных систем.
13. Определите коэффициент усиления для заданного звена по АФЧХ.
14. Как влияет степень колебательности звена на вид его амплитудно-фазовой частотной характеристики.

Лабораторная работа №3

1. Найдите для своего варианта передаточную функцию САР по каналу задание-выход.
2. Найдите для своего варианта передаточную функцию САР по каналу внешнее возмущение-выход.
3. Поясните принцип регулирования по отклонению.
4. Приведите две формы представления ПИ-регулятора и поясните смысл параметров, входящих в передаточные функции.
5. Охарактеризуйте особенности работы П-регулятора.
6. Охарактеризуйте особенности работы И-регулятора.
7. Покажите влияние настроек П-регулятора на качество переходного процесса.
8. Покажите влияние настроек И-регулятора на качество переходного процесса.
9. Покажите влияние настроек ПИ-регулятора на качество переходного процесса.
10. Приведите последовательность расчета ПИ-регулятора по методу Копеловича.
11. Приведите прямые показатели качества переходного процесса при возмущении по заданию.
12. Приведите прямые показатели качества переходного процесса при внешнем возмущении на объект.

Лабораторная работа №4

1. Сформулируйте необходимость применения комбинированных САР.
2. Выведите условие инвариантности для выбора компенсирующего устройства.
3. Сформулируйте условие полной инвариантности.
4. Сформулируйте условие частичной инвариантности.
5. Приведите условия физической реализации компенсирующего устройства в случае полной инвариантности.
6. Покажите, что полная инвариантность недостижима без управления по возмущению.
7. Как рассчитывается передаточная функция корректирующего устройства в случае частичной инвариантности?

Лабораторная работа №5

1. Сформулируйте условия применения каскадной САР.
2. Приведите несколько возможных вариантов схем каскадных систем управления.
3. Поясните работу каскадной САР на конкретном примере.
4. Определите передаточные функции эквивалентных объектов для расчета регуляторов заданного варианта каскадной системы управления.
5. Приведите порядок расчета параметров настроек регуляторов каскадной САР на конкретном примере.
6. Поясните причины выбора той или иной последовательности расчета каскадной системы управления.

Лабораторная работа №6

1. Дать определение стационарного случайного процесса.
2. Дать определения функции корреляции, автокорреляции и взаимной корреляции.
3. Что такое эргодическое свойство стационарного случайного процесса? Привести пример стационарного процесса, не обладающего эргодическим свойством.
4. Перечислить основные свойства автокорреляционной функции стационарного случайного процесса, обладающего эргодическим свойством.
5. Перечислите основные свойства взаимной корреляционной функции стационарного случайного процесса, обладающего эргодическим свойством.
6. Способы нахождения функций взаимной корреляции случайных процессов на входе и на выходе линейной цепи.
7. Назначение коррелятора. Алгоритмическая схема его реализации.

Оценочные материалы к промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену. Семестр 3

1. Понятие системы управления, алгоритма функционирования, алгоритма управления.
2. Статические и динамические характеристики объекта управления.
3. Фундаментальные принципы управления.
4. Основные виды алгоритмов функционирования.
5. Понятие о математическом описании систем управления. Линеаризация.
6. Основные законы управления. Аналитические выражения и графики.
7. Основные свойства преобразования Лапласа.
8. Понятие передаточной функции. Формы записи.
9. Частотные характеристики.
10. Временные характеристики.
11. Усилительное звено. Частотные и временные характеристики.
12. Аperiodическое звено первого порядка. Частотные и временные характеристики.
13. Колебательное звено. Частотные и временные характеристики.
14. Аperiodическое звено второго порядка. Частотные и временные характеристики.
15. Интегрирующее звено. Частотные и временные характеристики.
16. Дифференцирующее звено. Частотные и временные характеристики.
17. Консервативное звено. Частотные и временные характеристики.
18. Звено чистого запаздывания. Частотные и временные характеристики.
19. Форсирующее звено первого порядка. Частотные и временные характеристики.
20. Структурные схемы. Основные правила преобразования структурных схем.
21. Вычисление передаточных функций одноконтурной и многоконтурной систем. Приведите примеры.
22. Понятие устойчивости. Определение устойчивости по Ляпунову. Теоремы Ляпунова об устойчивости.
23. Условия устойчивости линейных систем автоматического управления.
24. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Рауса. Приведите примеры.
25. Алгебраические критерии устойчивости. Критерий Гурвица. Приведите примеры.
26. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. Приведите примеры.
27. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Найквиста. Приведите примеры.
28. Применение критерия Найквиста для определения устойчивости астатических систем.
29. Понятие запасов устойчивости по фазе и амплитуде. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.
30. Устойчивость систем управления с запаздыванием.
31. Прямые методы оценки качества регулирования линейных систем при воздействии ступенчатой функции.
32. Оценка качества регулирования при гармонических воздействиях.
33. Оценка качества регулирования в установившемся режиме.
34. Корневые методы оценки качества регулирования. Степень устойчивости, степень затухания, корневой показатель колебательности, частотный показатель колебательности. Их взаимосвязь.
35. Линейные интегральные оценки качества переходных процессов. Их вычисление.
36. Квадратичные интегральные оценки качества переходных процессов. Их вычисление.
37. Основные свойства вещественных частотных характеристик.
38. Определение вещественных частотных характеристик замкнутых систем по логарифмическим частотным характеристикам разомкнутых систем.
39. Основы расчета настроек регуляторов. Система управления без регулятора. Система управления с пропорциональным регулятором.
40. Основы расчета настроек регуляторов. Система управления с интегральным регулятором.
41. Постановка задачи синтеза системы управления с помощью ЛЧХ.
42. Синтез системы управления с помощью ЛЧХ.
43. Определение коэффициента усиления регулятора системы управления. Определение коэффициентов регулятора в аддитивной форме.
44. Синтез системы управления, основанный на понятиях желаемых ЛЧХ системы.
45. Регулирование по отклонению и по возмущению. Понятие комбинированных систем управления.
46. Понятие инвариантности. Полная и неполная инвариантность. Вычисление передаточной функции корректирующих устройств.
47. Невозможность достижения полной инвариантности без управления по возмущению.
48. Каскадно-связанные системы управления. Порядок расчета.
49. Структурные схемы каскадно-связанных систем управления. Порядок расчета.
50. Автономные системы управления. Порядок расчета.
51. Элементарные звенья. Понятие неминимально-фазовых звеньев. Приведите примеры.
52. Понятие эквивалентного объекта (на примере автономной системы управления).
53. Содержание задач анализа и синтеза систем управления, подвергающихся случайным воздействиям.
54. Определение отклонения регулируемой координаты в системе, находящейся под воздействием случайного сигнала управления и случайной помехи (сигнал управления и помеха приложены в одном и том же месте).
55. Определение отклонения регулируемой координаты в системе, находящейся под воздействием случайного сигнала управления и случайной помехи (сигнал управления и помеха приложены в разных местах).
56. Понятие графа Мезона. Построение графа Мезона по структурной схеме.
57. Топологическая формула Дезоера. Пример применения.
58. Вынужденное движение системы при подаче на ее вход гармонического воздействия.
59. Понятие о D-разбиении. D-разбиение по одному параметру.

60. Случайные процессы в системах автоматического управления. Основные характеристики случайных процессов.
61. Понятие корреляционной функции. Основные свойства.
62. Понятие спектральной плотности. Основные свойства.
63. Связь корреляционной функции и спектральной плотности в системе автоматического управления.
64. Основные понятия и определения элементов и образований графа Мезона
65. Понятие матриц смежности и инцидентности. Их использование при расчетах на ЭВМ.

Вопросы к экзамену. Семестр 4

1. Понятие о нелинейных системах и их особенностях.
2. Типовые нелинейности и их характеристики.
3. Фазовый метод исследования нелинейных систем.
4. Влияние корней характеристического уравнения на вид фазовой траектории системы.
5. Метод припасовывания для построения фазовых траекторий.
6. Метод изоклин для нахождения фазовых траекторий. Приведите пример.
7. Понятие автоколебательного режима в нелинейных системах, исследование фазовой траектории для анализа автоколебаний.
8. Построение переходного процесса в нелинейной системе по фазовой траектории.
9. Методы исследования нелинейных систем, понятие передаточной функции нелинейного элемента.
10. Метод гармонической линеаризации исследования нелинейных систем.
11. Получение передаточной функции нелинейного элемента для различных нелинейностей.
12. Понятие устойчивости нелинейных систем.
13. Аналитическое определение режима автоколебаний.
14. Графическое определение режима автоколебаний. Приведите пример.
15. Исследование устойчивости автоколебаний нелинейной системы методом логарифмических частотных характеристик. Приведите пример.
16. Способы устранения автоколебаний. Корректирующие устройства.
17. Методы оценки динамической точности и качества переходных процессов в нелинейных системах.
18. Особенности преобразования структурных схем нелинейных систем.
19. Квантование информации
20. Дискретные системы управления.
21. Решетчатые функции.
22. Применение преобразования Лапласа для анализа дискретных функций времени.
23. Теорема прерывания и ее применение.
24. Фиксирующий элемент.
25. Z-преобразование. Приведите примеры.
26. Теоремы Z-преобразования.
27. Обратное Z-преобразование.
28. Дискретная передаточная функция.
29. Свойства дискретной передаточной функции.
30. Последовательное соединение звеньев.
31. Анализ устойчивости (случай действительных полюсов).
32. Билинейное преобразование и критерии устойчивости.
33. Построение дискретных моделей на основе непрерывных моделей.
34. Дискретное представление дифференциальных уравнений непрерывных ПИД-регуляторов (по методу прямоугольников).
35. Дискретное представление дифференциальных уравнений непрерывных ПИД-регуляторов (по методу трапеций).
36. Алгоритм управления первого порядка.
37. Алгоритм управления второго порядка.
38. Компенсационные регуляторы. Сокращение нулей и полюсов.
39. Выбор такта квантования.
40. Аperiodические регуляторы.
41. Аperiodические регуляторы для объектов с запаздыванием.
42. Каскадные системы управления.
43. Особенности проектирования цифровых систем управления.
44. Разностное уравнение и методы его получения.
45. Параметрически оптимизируемые регуляторы.
46. Квадратичный критерий качества

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{2s + 8}{s^2 + 4s + 13} - \frac{3s}{s^2 - 2s + 5}$$

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{s + 2}{s^2 - 10s + 26} + \frac{4}{s^2 + 6s + 9}$$

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{2}{s^2} + \frac{s + 6}{s^2 + 2s + 5}$$

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{2}{s^2} - \frac{3s - 1}{s^2 + 4s + 8}$$

Найти оригиналы функций по их изображениям

$$F(s) = \frac{5s + 1}{s^2 + 4} - \frac{5s}{s^2 + 6s + 10}$$

Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = 2(1 + \sin 5t)e^{-3t}$$

Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = 5e^{-4t} + (6t + \cos 6t)e^{4t}$$

Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = 3e^{-3t}(\cos 2t + t^5)$$

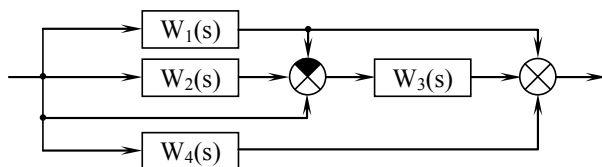
Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = 2t^4 e^t - (\cos 3t + t^2)e^{-2t}$$

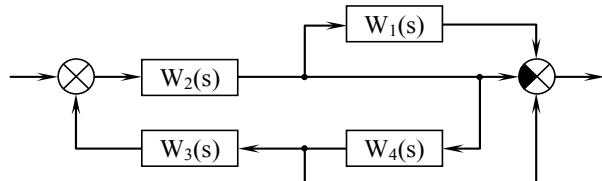
Найти изображение Лапласа от функций

$$f(t) = (5e^{6t} + e^{-4t}) \cos 2t$$

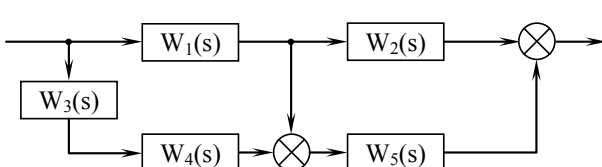
Преобразовать структурную схему



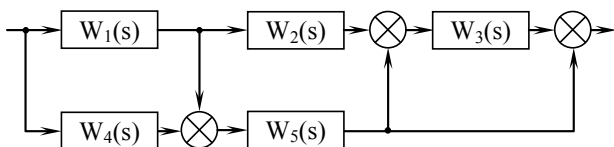
Преобразовать структурную схему



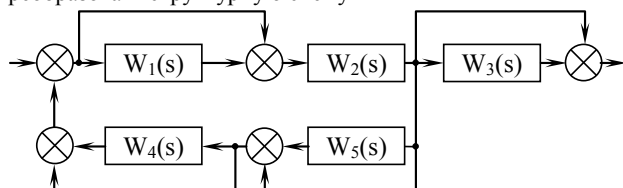
Преобразовать структурную схему



Преобразовать структурную схему



Преобразовать структурную схему



Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

$$W(s) = \frac{10}{s^4 + 6s^3 + 6s^2 + 5s + 4}$$

Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

$$W(s) = \frac{5}{4s^4 + 3s^3 + 42s^2 + s + 10}$$

Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

$$W(s) = \frac{6}{3s^4 + 2s^3 + 8s^2 + 2s + 3}$$

Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

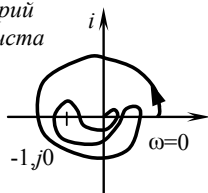
$$W(s) = \frac{s^2}{s^4 + 2s^3 + 4s^2 + 5s + 3}$$

Определить устойчивость объекта по критерию Гурвица

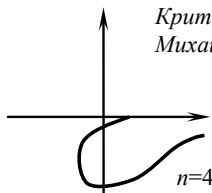
$$W(s) = \frac{3s}{3s^4 + s^3 + 8s^2 + s + 3}$$

Определить устойчивость объекта по частотным критериям.

Критерий Найквиста

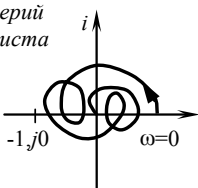


Критерий Михайлова

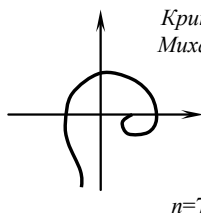


Определить устойчивость объекта по частотным критериям.

Критерий Найквиста

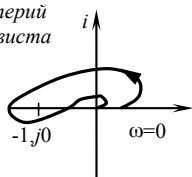


Критерий Михайлова

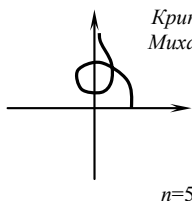


Определить устойчивость объекта по частотным критериям.

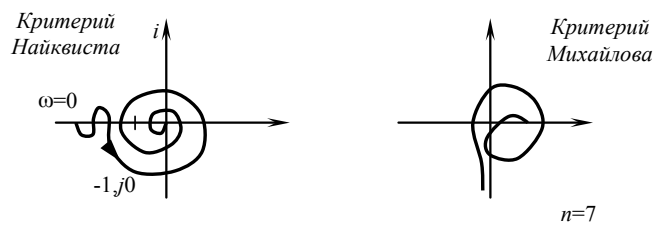
Критерий Найквиста



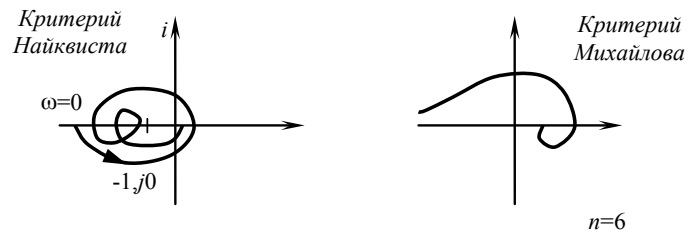
Критерий Михайлова



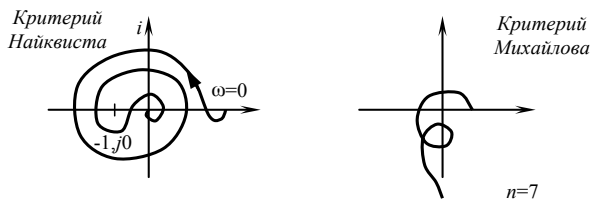
Определить устойчивость объекта по частотным критериям.



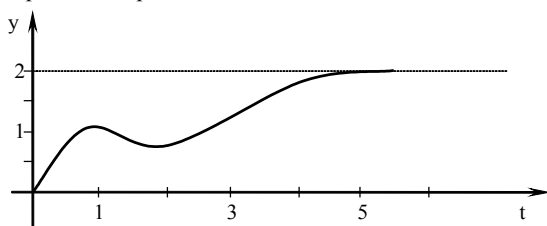
Определить устойчивость объекта по частотным критериям.



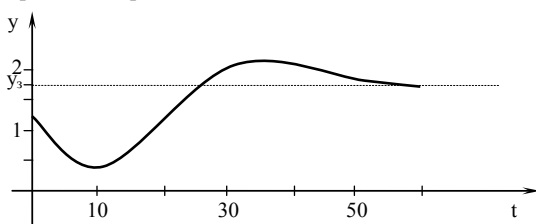
Определить устойчивость объекта по частотным критериям.



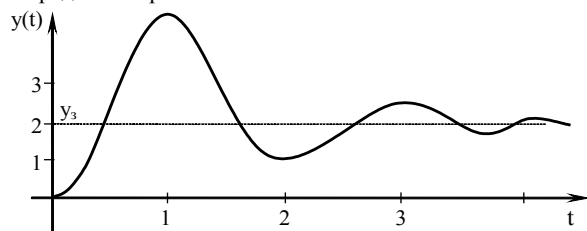
Определить прямые показатели качества



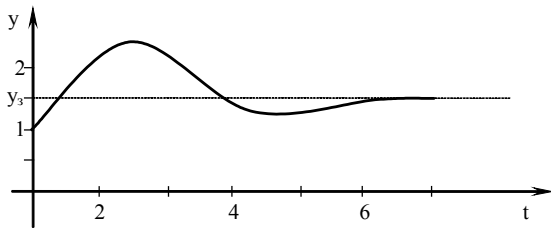
Определить прямые показатели качества



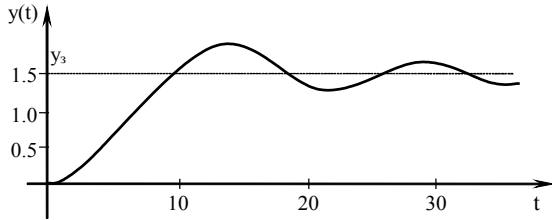
Определить прямые показатели качества



Определить прямые показатели качества

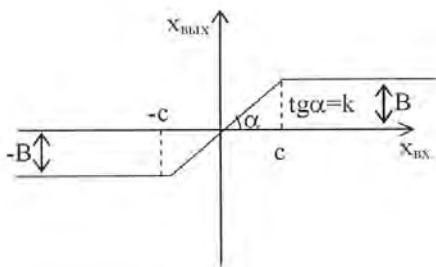


Определить прямые показатели качества



Задачи к экзамену. Семестр 4

Задача 1



Задача 2

Определите, имеет ли уравнение корни внутри единичного круга

$$z^3 - 3z^2 + 2z - 0,5 = 0$$

Задача 3

Вычислить Z-преобразование

$$X(kTo) = \sin akTo,$$

a – действительное число.

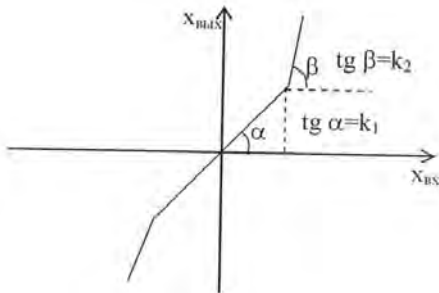
Задача 4

$$\min f(x, y, z) = xyz$$

$$x^2 + y^2 + z^2 = 1$$

$$x + y + z = \frac{1}{6}$$

Задача 5



Задача 6

$$\min f(x_1, x_2) = x_1^2 + x_2^2$$

$$2x_1 + x_2 = -4$$

Задача 7

Определите, имеет ли уравнение корни внутри единичного круга

$$z^3 - 2z^2 + 2z - 0,5 = 0$$

Задача 8

$$G(z) = \frac{Z^{-1} + 5Z^{-2}}{4 + 2Z^{-1} + 3Z^{-2}}$$

Устойчива ли система?

Задача 9

Задача 10

Определите, имеет ли уравнение все корни внутри единичного круга

$$z^3 - 1,7z^2 + 1,7z - 0,7 = 0$$

Задача 11

Найти Z-преобразование ступенчатой функции при задержке ее на один период квантования T_0 .

Задача 12

Передаточная функция разомкнутой системы

$$G(z) = \frac{k}{z(z - 0,2)(z - 0,4)}$$

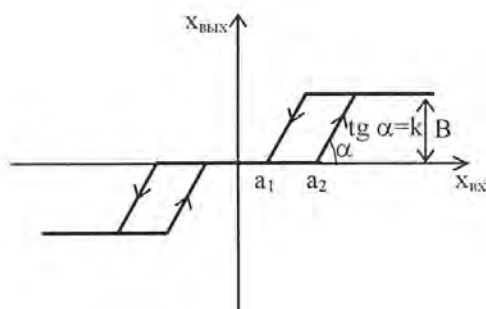
Определить значения k , при которых выполняется необходимое условие устойчивости замкнутой системы.

Задача 13

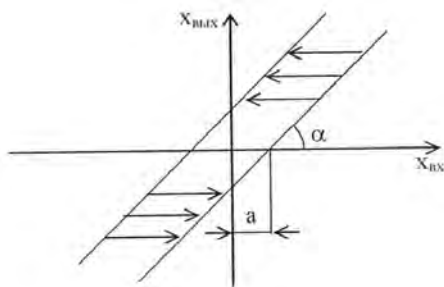
Определите, имеет ли уравнение все корни внутри единичного круга

$$z^3 + 5z^2 - 0,25z - 1,25 = 0$$

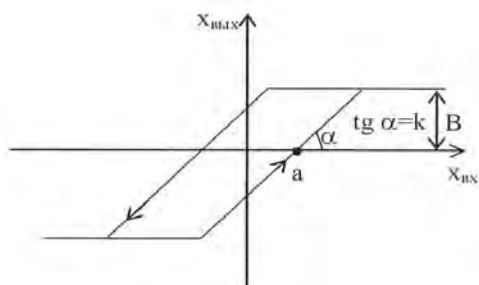
Задача 14



Задача 15



Задача 16



Задача 17

Определите, имеет ли уравнение корни внутри единичного круга

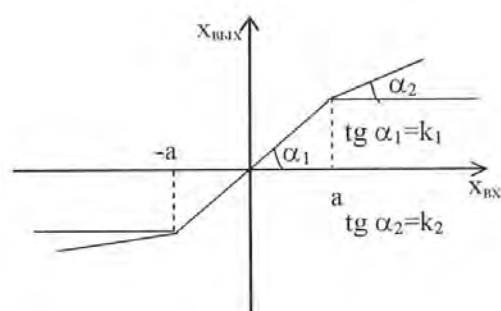
$$z^2 + 1,5z + 0,9 = 0$$

Задача 18

Найти обратное Z-преобразование

$$F(z) = \frac{(1 - e^{-aT_0})z}{(z-1)(z - e^{-aT_0})}, \quad a > 0$$

Задача 19

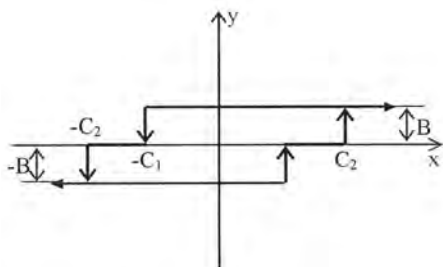


Задача 20

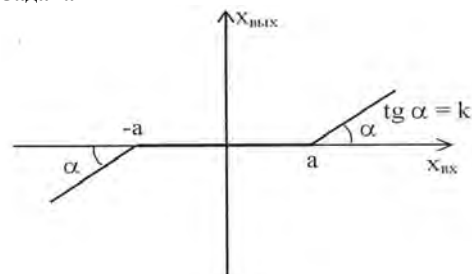
Найти обратное Z-преобразование

$$f(z) = \frac{2 + z^{-1} + 3z^{-2}}{1 + 2z^{-1} + z^{-2} + 4z^{-3}}$$

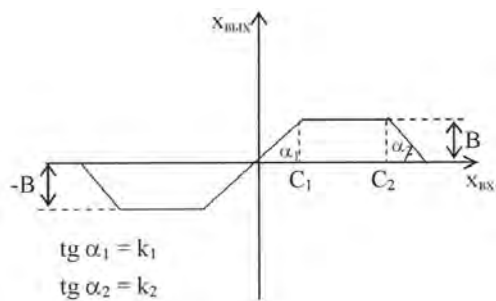
Задача 21



Задача 22



Задача 23



Задача 24

Вычислить Z-преобразование

$$X(kT_0) = e^{-akT_0},$$

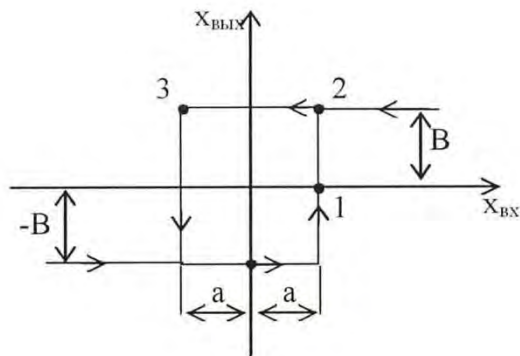
a – действительное число.

Задача 25

Определить конечное значение $f(kT_0)$ для Z-преобразования

$$F(z) = \frac{0,792z^2}{(z-1)(z^2 - 0,416z + 0,208)}$$

Задача 26



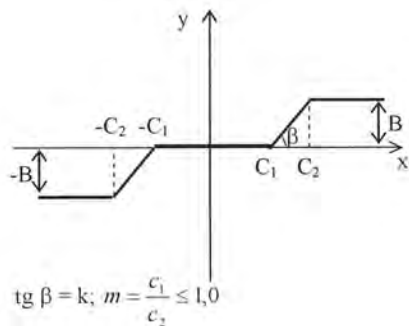
Задача 27

Найти Z-преобразование для линейной функции

$$f(t) = t \cdot U(t),$$

где $U(t)$ – единичная ступенчатая функция.

Задача 28



Задача 29

Определить обратное Z-преобразование функции

$$F(z) = \frac{(1 - e^{-aT_0})z}{z^2 - (1 + e^{-aT_0})z + e^{-aT_0}}$$

ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

на 2018/2019 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.


Форма обучения: очная.

Действие программы дисциплины с дополнениями и изменениями по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2018/2019 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Изменено название министерства: Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
2. Программное обеспечение: Изменена подписка Microsoft Imagine Premium: бессрочные права и бессрочная лицензия по подписке Microsoft Imagine Premium, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914
3. Изменена основная литература: Певзнер Л.Д. Теория автоматического управления. Задачи и решения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.Д. Певзнер. – Электрон.дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 604 с.
<https://e.lanbook.com/book/75516> (сокращен список)
4. Заключены договора: ЭБС «Издательство «Лань» (договор № 0917 от 26.09.2017г.)- <https://e.lanbook.com/>
ЭБС «Электронное издательство ЮРАЙТ» (договор № 6/н от 22.02.2018г) - <https://urait.ru/>
БД Web of Science компании Clarivate Analytics (Scientific) LLC, сублицензионный договор № WoS/940 от 02.04.2018г - <https://clarivate.com/>.

Протокол № 1 от 31.08.2018г.

Заведующий кафедрой АПП, руководитель ОПОП: _____  Д.П. Вент

ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

на 2019/2020 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

Форма обучения: очная.

Действие рабочей программы дисциплины с дополнениями и изменениями по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2019/2020 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Программное обеспечение: Изменена подписка MS Windows, MS Access, MS Visual Studio, MS Office 365 A1, действует бессрочная лицензия по подписке Azure Dev Tools for Teaching (бывш. Microsoft Imagine Premium) ИД пользователя: 000340011208DF77, идентификатор подписки: a936248f-3805-4c6a-a64f-8c344976ef6d, идентификатор подписчика: ICM-164914, ИД учетной записи: Novomoskovsk Institute (branch) of the Federal state budgetary educational institution of higher education "Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia".
2. Заключен договор: [«Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ»](#) договор № 29.01- P-2.0-1168/2018 от 11.01.2019г. Срок действия с 11 .01.2019 по 10.01.2020г.

Разработчик: д.т.н. проф. _____

Д.П. Вент

Протокол № 14 от 28.06.2019г.

Руководитель ОПОП: _____

Д.П. Вент

ЛИСТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДЕЙСТВИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

на 2020/2021 учебный год

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Направленность (профиль) подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств

Квалификация выпускника: бакалавр.

Форма обучения: очная.

Действие рабочей программы дисциплины с **дополнениями и изменениями** по решению кафедры «Автоматизация производственных процессов» распространено на 2020/2021 уч.год.

Список дополнений и изменений:

1. Заключен договор: «Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» договор № 33.03-Р-3.1-2220/2020 от 16.03.2020 г. Срок действия с 16.03.2020 по 15.03.2021 г.

Разработчик: д.т.н. проф. _____



Д.П. Вент

Протокол № 12 от 29.06.2020г.

Руководитель ОПОП: _____



Д.П. Вент