

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ

к.т.н. Янпольский В. В.

“ ” _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Теория автоматического управления

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

Курс: 3, семестр : 5

Механико-технологический факультет,

		Семестр
№	Вид деятельности	5
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	3
2	Всего часов	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	45
4	Лекции, час.	18
5	Практические занятия, час.	18
6	Лабораторные занятия, час.	0
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	18
8	Аттестация, час.	2
9	Консультации, час.	7
10	Самостоятельная работа, час.	63
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)	РГЗ
12	Вид аттестации	Э

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

ФГОС введен в действие приказом №1000 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 25.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ПТМ, протокол заседания кафедры №5 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

доцент, д.т.н. Нос О. В.

Заведующий кафедрой:

доцент, д.т.н. Иванцовский В. В.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Рахимьянов Х. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

Компетенция ФГОС: ПК.19 способность осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией; <i>в части следующих результатов обучения:</i>
у1. уметь проводить анализ систем автоматического управления, оценивать статистические и динамические характеристики
у5. уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий
---	---------------------------

Теория автоматического управления

ПК.19.у1 уметь проводить анализ систем автоматического управления, оценивать статистические и динамические характеристики	
1. знать основные методы анализа САУ во временной и частотной областях, способы синтеза САУ	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
2. уметь рассчитывать одноконтурные и многоконтурные системы автоматического регулирования применительно к конкретному технологическому объекту	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
3. уметь рассчитывать основные качественные показатели САУ, выполнять: анализ ее устойчивости, синтез регулятора	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
4. уметь проводить анализ САУ, оценивать статистические и динамические характеристики	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
ПК.19.у5 уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления	
5. уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления (САУ)	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа
6. знать методологические основы функционирования, моделирования и синтеза систем автоматического управления (САУ)	Лекции; Практические занятия; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 5			
Дидактическая единица: Классификация и математическое описание линейных непрерывных САУ			
1. Основные положения теории автоматического управления	0	0,5	5, 6
2. Классификация способов управления объектами машиностроительного производства	0	1	5, 6
3. Математическое описание САУ в виде дифференциальных уравнений	0	0,5	4, 5
Дидактическая единица: Статические и динамические характеристики систем, правила структурных преобразований САУ			

4. Статические характеристики САУ и типовые входные воздействия при исследовании динамических характеристик. Прямые показатели качества переходных процессов	0	0,5	1, 3, 4
5. Передаточные функции, структурные схемы и частотные характеристики линейных одномерных САУ	0	1	1, 3, 4
6. Общие передаточные функции при структурных преобразованиях САУ в случае последовательного и параллельного способов соединения динамических звеньев, а также при охвате звена отрицательной (положительной) обратной связью	0	1	1, 3, 4
Дидактическая единица: Типовые звенья линейных САУ			
7. Типовые линейные непрерывные звенья: безынерционное, интегрирующее, апериодическое, колебательное, идеальное дифференцирующее, форсирующее 1-ого и 2-ого порядков, чистого запаздывания	0	4	1, 3, 4, 5, 6
Дидактическая единица: Устойчивость линейных непрерывных систем			
8. Общие сведения об устойчивости. Необходимое, необходимое и достаточное условия устойчивости линейных непрерывных систем по корням характеристического уравнения. Алгебраический критерий А. Гурвица и его модификации	0	2	1, 3, 4
9. Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости А.В. Михайлова и Г. Найквиста	0	2	1, 3, 4
10. Логарифмическая форма критерия Г. Найквиста. Частотные оценки запасов устойчивости по модулю и по фазе, влияние на них коэффициента передачи САУ в разомкнутом состоянии и звена чистого запаздывания	0	0,5	1, 3, 4
Дидактическая единица: Синтез линейных непрерывных систем			
11. Понятие статической ошибки и астатизма системы по выходной переменной при различных видах управляющего и возмущающего воздействий	0	2	1, 3, 4
12. Синтез САУ, последовательная и параллельная коррекция	0	1	3, 4, 6
13. Частотный метод синтеза. Построение желаемой ЛАЧХ. Методика синтеза при последовательном и параллельном корректирующих устройствах	0	2	2, 3, 4, 6

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 5				
Дидактическая единица: Классификация и математическое описание линейных непрерывных САУ				
1. Способы управления объектами в технических приложениях	2	2	5, 6	Практические примеры применения разомкнутого и замкнутого управлений в области машиностроительного производства
Дидактическая единица: Статические и динамические характеристики систем, правила структурных преобразований САУ				

2. Передаточные функции и структурные преобразования линейных непрерывных одномерных САУ	2	2	1, 3, 4, 5	Передаточные функции САУ в замкнутом состоянии по управляющему и возмущающему воздействиям
3. Связь структурных схем с передаточными функциями и дифференциальными уравнениями. Построение асимптотической ЛАЧХ системы в разомкнутом состоянии и восстановление из нее передаточной функции САУ	2	2	1, 3, 4	Применение математического аппарата передаточных функций с использованием оператора дифференцирования и изображений Лапласа, структурных схем, а также частотных характеристик в обычном и логарифмическом масштабах при описании статических и динамических свойств САУ
Дидактическая единица: Типовые звенья линейных САУ				
4. Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САУ	2	2	1, 3, 4, 5	Исследование влияния параметров типовых звеньев и отрицательных (положительных) обратных связей на вид переходных (импульсных) характеристик и свойства звеньев в установившемся и переходном процессах
5. Частотные характеристики типовых линейных динамических звеньев и линейной САУ в разомкнутом состоянии	2	2	1, 3, 4, 5, 6	Исследование АФЧХ, АЧХ и ФЧХ в различных масштабах типовых линейных звеньев и влияние на их вид параметров звена
Дидактическая единица: Устойчивость линейных непрерывных систем				
6. Анализ устойчивости линейной непрерывной системы третьего порядка в замкнутом состоянии	2	2	1, 2, 3, 4, 5	Исследование устойчивости линейной САУ и влияние ее параметров на вид переходной характеристики
7. Запасы устойчивости по модулю и фазе на основе анализа АФЧХ и АЧХ с ФЧХ в логарифмическом масштабе	2	2	1, 3, 4, 5	Применение частотного критерия Г. Найквиста в задачах определения запасов устойчивости линейных непрерывных САУ
Дидактическая единица: Синтез линейных непрерывных систем				
8. Анализ базовых положений синтеза при последовательной и параллельной коррекции	2	2	3, 4, 6	Оценка влияния на прямые показатели качества переходных процессов и статическую точность регулирования САУ последовательных и параллельных корректирующих устройств
9. Частотный метод синтеза линейной непрерывной САУ объектами с форсирующими свойствами	2	2	2, 3, 4, 6	Методика синтеза алгоритмов управления САУ на примере объекта третьего порядка с форсирующими свойствами при последовательной коррекции

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 5				
1	РГЗ	1, 2, 3, 4, 5, 6	20	3
В течение семестра студенты выполняют расчетно-графическое задание, которое носит комплексный характер и охватывает практически весь круг теоретических и практических вопросов, связанных с анализом и синтезом линейной непрерывной САУ: Математическое описание и структурные преобразования линейных непрерывных систем : методические указания к практическим и самостоятельным работам по дисциплине "Теория автоматического управления" для 3 курса МТФ всех форм обучения, направления 15.03.02 - "Технологические машины и оборудование", 15.03.05 - "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", 15.03.04 - "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. В. Нос, Л. В. Старостина, Ю. В. Ваняг]. - Новосибирск, 2016. - 28, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233698 Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Нос]. - Новосибирск, 2017. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235273 Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071. - Загл. с экрана.				
2	Подготовка к занятиям	1, 2, 3, 4, 5, 6	15	1
При подготовке к занятиям выполняются следующие виды учебной деятельности: - работа с конспектом лекции; - чтение текста (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы); - конспектирование текста (работа со справочниками, нормативными документами); - составление плана ответа на контрольные вопросы : Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042 Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Нос]. - Новосибирск, 2017. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235273 Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071. - Загл. с экрана.				
3	Дополнительная учебная деятельность	1, 2	8	1
Углубленное изучение отдельных тем учебной программы по дисциплине Теория автоматического управления: Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Нос]. - Новосибирск, 2017. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235273 Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071. - Загл. с экрана.				
4	Подготовка к аттестации	1, 2, 3, 4, 5, 6	20	2

При подготовке к экзамену обучающийся работает с конспектом лекции, текстами источников рекомендуемой литературы (учебника, учебного пособия, первоисточника, дополнительной литературы), составляет план ответов на экзаменационные вопросы

: Математическое описание и структурные преобразования линейных непрерывных систем : методические указания к практическим и самостоятельным работам по дисциплине "Теория автоматического управления" для 3 курса МТФ всех форм обучения, направления 15.03.02 - "Технологические машины и оборудование", 15.03.05 - "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", 15.03.04 - "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. В. Нос, Л. В. Старостина, Ю. В. Ваняг]. - Новосибирск, 2016. - 28, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233698 Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Нос]. - Новосибирск, 2017. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235273 Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071. - Загл. с экрана.

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	e-mail:nos@corp.nstu.ru
Консультирование	e-mail:nos@corp.nstu.ru; ЭБС

Таблица 5.2

Активные и интерактивные формы проведения занятий

№	Наименование активных форм	Коды формируемых компетенций
1	Дискуссия	ПК.19;
Формируемые умения: у1. уметь проводить анализ систем автоматического управления, оценивать статистические и динамические характеристики; у5. уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления		
Краткое описание применения: Обсуждение теоретического материала и решение практических задач в рамках рассматриваемых методик с элементами дискуссии между участниками учебного процесса		

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставить оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 5		
<i>Практические занятия:</i>	10	30

Контролирующие материалы (Контрольные задания) приводятся в "Математическое описание и структурные преобразования линейных непрерывных систем : методические указания к практическим и самостоятельным работам по дисциплине "Теория автоматического управления" для 3 курса МТФ всех форм обучения, направления 15.03.02 - "Технологические машины и оборудование", 15.03.05 - "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", 15.03.04 - "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. В. Нос, Л. В. Старостина, Ю. В. Ванга]. - Новосибирск, 2016. - 28, [2] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233698 "		
РГЗ:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071 . - Загл. с экрана."		
Экзамен:	25	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071 . - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля	
		Защита РГЗ	Экзамен
ПК.19	у1. уметь проводить анализ систем автоматического управления, оценивать статистические и динамические характеристики	+	+
	у5. уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Востриков А. С. Основы теории непрерывных и дискретных систем регулирования : учебное пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова, Е. Б. Гаврилов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - 476 с. - Режим доступа: <http://www.ciu.nstu.ru/fulltext/textbooks/2008/vostrikov.pdf>. - Инновационная образовательная программа НГТУ «Высокие технологии».
2. Ощепков, А.Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 208 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5848> — Загл. с экрана.
3. Ким Д. П. Теория автоматического управления. Т. 1 : [учебник для вузов по направлению 220200 "Автоматизация и управление"] / Д. П. Ким. - М., 2007. - 310 с. : ил., табл.
4. Власов К. П. Теория автоматического управления : учебное пособие / К. П. Власов. - Харьков, 2007. - 524 с. : ил.
5. Первозванский А. А. Курс теории автоматического управления : учебное пособие / А. А. Первозванский. - СПб. [и др.], 2010. - 615 с.

Дополнительная литература

1. Нос О. В. Математические модели управляемых технических систем : учебное пособие / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - 46, [1] с. : ил. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000059956
2. Бесекерский В. А. Теория систем автоматического управления : [линейные системы, нелинейные системы, импульсные системы, цифровые и адаптивные системы, критерии устойчивости, случайные процессы] / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - СПб., 2004. - 747 с. : ил.
3. Математические основы теории автоматического регулирования. Т. 1 : учебное пособие для вузов / под ред. Б. К. Чемоданова. - М., 1977. - 366 с.

Интернет-ресурсы

1. ЭБС НГТУ : <http://elibrary.nstu.ru/>

2. ЭБС «Издательство Лань» : <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС IPRbooks : <http://www.iprbookshop.ru/>
4. ЭБС "Znaniium.com" : <http://znaniium.com/>
5. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Нос О. В. Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / О. В. Нос ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2017]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235071. - Загл. с экрана.
2. Теория автоматического управления линейными и нелинейными непрерывными системами : программа и методические указания / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост. О. В. Нос]. - Новосибирск, 2017. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000235273
3. Математическое описание и структурные преобразования линейных непрерывных систем : методические указания к практическим и самостоятельным работам по дисциплине "Теория автоматического управления" для 3 курса МТФ всех форм обучения, направления 15.03.02 - "Технологические машины и оборудование", 15.03.05 - "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств", 15.03.04 - "Автоматизация технологических процессов и производств" / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: О. В. Нос, Л. В. Старостина, Ю. В. Ваняг]. - Новосибирск, 2016. - 28, [2] с. : ил.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000233698
4. Организация самостоятельной работы студентов Новосибирского государственного технического университета : методическое руководство / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Ю. В. Никитин, Т. Ю. Сурнина]. - Новосибирск, 2016. - 19, [1] с. : табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000234042

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Matlab Simulink

9. Материально-техническое обеспечение

Комплект оборудования

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс №9	Для проведения практических занятий
2	Мультимедиа- проектор Benq MP622C	Для мультимедийных лекций

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра проектирования технологических машин

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н., доцент В.В. Янпольский
“ ” Г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Теория автоматического управления

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

1. Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Теория автоматического управления приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)	Темы	Этапы оценки компетенций	
			Мероприятия текущего контроля	Промежуточная аттестация
ПК.19 способность осваивать и применять современные методы организации и управления машиностроительными производствами, выполнять работы по доводке и освоению технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, автоматизации, управления, контроля, диагностики в ходе подготовки производства новой продукции, оценке их инновационного потенциала, по определению соответствия выпускаемой продукции требованиям регламентирующей документации, по стандартизации, унификации технологических процессов, средств и систем технологического оснащения, диагностики, автоматизации и управления выпускаемой продукцией	у1. уметь проводить анализ систем автоматического управления, оценивать статистические и динамические характеристики	Анализ базовых положений синтеза при последовательной и параллельной коррекции Анализ устойчивости линейной непрерывной системы третьего порядка в замкнутом состоянии Запасы устойчивости по модулю и фазе на основе анализа АФЧХ и АЧХ с ФЧХ в логарифмическом масштабе Логарифмическая форма критерия Г. Найквиста. Частотные оценки запасов устойчивости по модулю и по фазе, влияние на них коэффициента передачи САУ в разомкнутом состоянии и звена чистого запаздывания Математическое описание САУ в виде дифференциальных уравнений Общие передаточные функции при структурных преобразованиях САУ в случае последовательного и параллельного способов соединения динамических звеньев, а также при охвате звена отрицательной (положительной) обратной связью Общие сведения об устойчивости. Необходимое, необходимое и достаточное условия устойчивости линейных непрерывных систем по корням характеристического уравнения. Алгебраический критерий А. Гурвица и его модификации Передаточные функции и структурные преобразования линейных непрерывных одномерных САУ Передаточные функции, структурные схемы и частотные характеристики линейных одномерных САУ Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САУ Понятие статической ошибки	РГЗ, пункты задания: 1.2–1.7, 2.1–2.6 Практические занятия: № 2–8	Экзамен, экзаменационные вопросы: № 2–4, 6–28

		и астатизма системы по выходной переменной при различных видах управляющего и возмущающего воздействий Принцип аргумента. Частотные критерии устойчивости А.В. Михайлова и Г. Найквиста Связь структурных схем с передаточными функциями и дифференциальными уравнениями. Построение асимптотической ЛАЧХ системы в разомкнутом состоянии и восстановление из нее передаточной функции САУ Синтез САУ, последовательная и параллельная коррекция Статические характеристики САУ и типовые входные воздействия при исследовании динамических характеристик. Прямые показатели качества переходных процессов Частотные характеристики типовых линейных динамических звеньев и линейной САУ в разомкнутом состоянии Частотный метод синтеза линейной непрерывной САУ объектами с форсирующими свойствами Частотный метод синтеза. Построение желаемой ЛАЧХ. Методика синтеза при последовательном и параллельном корректирующих устройствах		
ПК.19	у5. уметь строить математические модели объектов управления и систем автоматического управления	Анализ базовых положений синтеза при последовательной и параллельной коррекции Классификация способов управления объектами машиностроительного производства Математическое описание САУ в виде дифференциальных уравнений Основные положения теории автоматического управления Передаточные функции и структурные преобразования линейных непрерывных одномерных САУ Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САУ Синтез САУ, последовательная и параллельная коррекция Способы управления объектами в технических приложениях Частотные характеристики типовых линейных динамических звеньев и линейной САУ в разомкнутом состоянии	РГЗ, пункты задания: 1.1–1.5, 2.1–2.6 Практические занятия: № 1–3, 5, 7– 9	Экзамен, экзаменационные вопросы: № 1–9, 15, 16, 23–28

		Частотный метод синтеза линейной непрерывной САУ объектами с форсирующими свойствами Частотный метод синтеза. Построение желаемой ЛАЧХ. Методика синтеза при последовательном и параллельном корректирующих устройствах		
--	--	---	--	--

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине Теория автоматического управления проводится в 5 семестре – в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.19.

К экзамену допускаются студенты, успешно защитившие расчетно-графическое задание и выполнившие необходимый минимум заданий на практических занятиях.

На экзамене оцениваются ответы на два вопроса билета, список которых приведен в соответствующем Паспорте экзамена. Время подготовки к ответам на экзамене составляет 60 минут.

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 5 семестре обязательным этапом текущей аттестации является расчетно-графическое задание (РГЗ). Требования к выполнению РГЗ, состав и правила оценки сформулированы в паспорте РГЗ(Р).

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе учебной дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.19, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплины освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра проектирования технологических машин

Паспорт экзамена

по дисциплине «Теория автоматического управления», 5 семестр

1. Методика оценки

К экзамену допускаются студенты, успешно защитившие расчетно-графическое задание и выполнившие необходимый минимум заданий на практических занятиях, а также набравшие в течение семестра количество баллов не менее 25.

Экзамен проводится в устной форме, на котором оцениваются ответы на два вопроса, представленные в форме билета. Каждый из вопросов формируется на основе теоретического и практического материалов по различным видам учебной деятельности, охватывающих содержание двух дидактических единиц. В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня (п. 4).

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № 1

к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

1. Основные правила структурного преобразования линейных САУ.
2. Аperiodическое звено.

Утверждаю: зав. кафедрой ПТМ _____ должность, ФИО
(подпись) (дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с принципиальными ошибками и значительными неточностями. Оценка составляет менее 25 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с существенными ошибками и неточностями. Оценка составляет 25 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **базовом** уровне, если студентом даны ответы на экзаменационные вопросы с незначительными ошибками и неточностями. Оценка составляет 35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если

студентом полные ответы на экзаменационные вопросы. Оценка составляет 40 баллов.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине экзаменационные баллы учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Теория автоматического управления»

1. Основные понятия и определения теории автоматического управления, классификация внешних воздействий и переменных САУ.
2. Классификация способов управления объектами и систем автоматического управления.
3. Математическое описание САУ в виде дифференциальных уравнений.
4. Физический смысл постоянной времени и коэффициента передачи.
5. Типовые входные воздействия.
6. Прямые показатели качества переходных процессов.
7. Передаточная функция, переходная и весовая функции, переходная и импульсная характеристики.
8. Математическое описание линейных систем в виде структурных схем.
9. Классификация частотных характеристик, их параметры и взаимосвязь.
10. Безынерционное звено.
11. Интегрирующее звено.
12. Аperiodическое звено.
13. Колебательное звено.
14. Звено чистого запаздывания
15. Основные правила структурного преобразования линейных САУ.
16. Асимптотическая ЛАЧХ линейной непрерывной системы в разомкнутом состоянии и восстановление передаточной функции САУ из ЛАЧХ.
17. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейных непрерывных систем по корням характеристического уравнения.
18. Необходимое условие устойчивости линейных непрерывных систем. Критерии устойчивости, их классификация.
19. Алгебраический критерий устойчивости А. Гурвица.
20. Частотный критерий устойчивости А.В. Михайлова.
21. Частотный критерий Г. Найквиста для случая устойчивой САУ в разомкнутом состоянии.
22. Критерий устойчивости Г. Найквиста по АЧХ и ФЧХ в обычном и логарифмическом масштабах при устойчивой системе в разомкнутом состоянии.
23. Запасы устойчивости линейной непрерывной САУ в разомкнутом состоянии.
24. Анализ статической точности САУ по задающему воздействию при различных видах входного сигнала.
25. Анализ статической точности САУ по единичному ступенчатому возмущающему воздействию.
26. Постановка задачи синтеза САУ. Виды корректирующих устройств.
27. Синтез линейной непрерывной САУ на основании частотного метода при последовательной коррекции.
28. Синтез линейной непрерывной САУ на основании частотного метода при параллельной коррекции.

Паспорт расчетно-графического задания

по дисциплине «Теория автоматического управления», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках расчетно-графического задания по дисциплине Теория автоматического управления студенты в течение 5 семестра, на основании исходных данных, выполняют анализ текущего состояния линейной непрерывной САУ с последующим синтезом регулятора.

На начальном этапе выполнения расчетно-графического задания составляется структурная схема системы, осуществляется ее преобразование, проверяется необходимое и достаточное условие устойчивости по корням характеристического уравнения, а также определяются численные значения прямых показателей качества переходных процессов и статической точности регулирования на основании метода цифрового моделирования. Во второй части РГЗ выполняется синтез САУ в соответствии с принципом управления по отклонению и последовательной коррекции на основе метода желаемой ЛАЧХ.

Примерный перечень обязательных структурных частей РГЗ включает в себя:

1. Титульный лист.
2. Исходные данные.
3. Содержание.
4. Анализ линейной непрерывной САУ.
5. Синтез последовательного корректирующего устройства на основании частотного метода (желаемой ЛАЧХ).
6. Заключение.
7. Список используемой литературы.

Оцениваемые позиции:

Расчетно-графическое задание оценивается по балльно-рейтинговой системе в количестве 15 – 30 баллов по результатам выполнения пунктов задания и защиты РГЗ, которая длится в течение 15-20 минут и включает в себя обсуждение следующих тем:

- математическое описание и структурные преобразования исходной линейной непрерывной системы;
- исследование устойчивости нескорректированной САУ;
- анализ результатов цифрового моделирования переходных и установившихся процессов в исходной системе;
- определение требуемого коэффициента передачи последовательного корректирующего устройства;
- синтез линейной САУ на основании метода желаемых логарифмических частотных характеристик;
- анализ результатов цифрового моделирования скорректированной САУ.

Временные критерии начисления баллов:

- Все пункты РГЗ успешно выполнены, но отдельные задания завершены и защищены после 16-ой недели – 15 баллов.

- Все пункты РГЗ успешно выполнены и защищены в течение 16 недель учебного семестра, но с нарушением временного графика – 25 баллов.
- Все пункты РГЗ успешно выполнены и защищены в установленные сроки – 30 баллов.

2. Критерии оценки

- Работа считается **не выполненной**, если выполнены не все пункты задания, связанные с анализом и синтезом линейной непрерывной стационарной САУ. Общее количество баллов составляет менее 15.
- Расчетно-графическое задание считается выполненным на **пороговом** уровне, если студент выполнил все задания не в срок и с существенными ошибками, а также защитил работу на оценку удовлетворительно. Общее количество баллов 15.
- Расчетно-графическое задание считается выполненным на **базовом** уровне, если студент выполнил все задания в срок, без существенных ошибок, но защитил работу на оценку удовлетворительно или хорошо. Общее количество баллов 25.
- Расчетно-графическое задание считается выполненным на **продвинутом** уровне, если студент, выполнил все задания в срок без существенных ошибок, а также защитил работу на оценку отлично. Общее количество баллов 30.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за РГЗ учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Структура расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание на тему:

“Анализ и синтез линейной непрерывной системы автоматического управления”

4.1. Исходные данные

4.1.1. Структура и параметры исходной нескорректированной САУ

Таблица 1. Алгебраические уравнения исходной САУ

№ варианта	Уравнения связей структурной схемы САУ			
1	$x_3 = v - y$	$x_4 = y_3$	$x_2 = y_4$	$x_1 = y_2 - f$
2	$x_3 = v - y$	$x_4 = v - y$	$x_2 = y_3 + y_4$	$x_1 = y_2 - f$
3	$x_3 = v - y$	$x_4 = y_3$	$x_2 = y_3 + y_4$	$x_1 = y_2 - f$
4	$x_3 = v - y$	$x_4 = v - y$	$x_2 = y_3$	$x_1 = (y_2 + y_4) - f$
5	$x_3 = v - y$	$x_4 = x_2 = y_3$	$x_4 = x_2 = y_3$	$x_1 = (y_2 + y_4) - f$
6	$x_3 = v - y$	$x_4 = y_2$	$x_2 = y_3 - y_4$	$x_1 = y_2 - f$
7	$x_3 = (v - y) - y_4$	$x_4 = y_2$	$x_2 = y_3$	$x_1 = y_2 - f$
8	$x_3 = v - y$	$x_4 = y_3 - y_2$	$x_2 = y_4$	$x_1 = y_2 - f$
9	$x_3 = v - y$	$x_4 = y_3 - y_4$	$x_2 = y_4$	$x_1 = y_2 - f$

10	$x_3 = (v - y) - y_4$	$x_4 = x_2 = y_3$	$x_4 = x_2 = y_3$	$x_1 = y_2 - f$
----	-----------------------	-------------------	-------------------	-----------------

Таблица 2. Параметры динамических звеньев исходной САУ

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
k_1	1,3	1,5	1,3	1,2	1,8	1,2	1,2	1,8	1,7	1,5
τ_1	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
T_1	0,4	1,1	0,6	0,7	0,6	0,6	0,5	1,2	0,9	0,9
k_{01}	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
k_2	0,5	1,0	1,5	1,8	1,2	1,5	1,0	1,3	1,0	1,8
τ_2	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	0,4	0,0	1,0	0,7	0,8
T_2	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
k_{02}	0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
k_3	0,5	1,5	1,9	1,4	1,5	1,4	1,6	1,3	1,2	1,0
T_3	0,0	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2
k_4	0,5	0,8	0,5	0,7	1,0	1,0	1,0	0,8	0,9	0,6
τ_4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
T_4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0

Примечание: v – задающее воздействие; f – возмущающее воздействие; x_i – входная переменная i -ого звена; y_i – выходная переменная i -ого звена; $y=y_1$ – выходная (управляемая) переменная САУ.

Система обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающая динамику звеньев исходной САУ:

$$T_1 \frac{d^2 y_1}{dt^2} + \frac{dy_1}{dt} = k_1 \left(\tau_1 \frac{dx_1}{dt} + k_{01} x_1 \right), \quad (1)$$

$$T_2 \frac{d^2 y_2}{dt^2} + \frac{dy_2}{dt} = k_2 \left(\tau_2 \frac{dx_2}{dt} + k_{02} x_2 \right), \quad (2)$$

$$T_3 \frac{dy_3}{dt} + y_3 = k_3 x_3, \quad (3)$$

$$T_4 \frac{dy_4}{dt} + y_4 = k_4 \left(\tau_4 \frac{dx_4}{dt} + x_4 \right). \quad (4)$$

Желаемые показатели качества переходных процессов и статическая точность регулирования:

- допустимая статическая (скоростная) ошибка регулирования $\Delta u_{\text{доп}}(\infty) = 0,001 \dots 0,005$;
- максимально-допустимое время регулирования $t_p = 0,5 \dots 1,5$ с;
- максимально-допустимое перерегулирование $\sigma_{\text{max}} \% = (20 \dots 30) \%$.

4.2. Порядок выполнения расчетно-графического задания

1. Анализ линейной непрерывной САУ

1.1. В соответствии с таблицей 1 составить структурную схему исходной нескорректированной САУ.

1.2. На основании дифференциальных уравнений (1)–(4) и таблицы 2 записать дифференциальные уравнения в операторной форме записи в общем виде и с учетом численных значений.

1.3. Получить передаточные функции типовых звеньев структурной схемы.

1.4. Воспользовавшись правилами структурного преобразования линейных систем определить передаточную функцию САУ в разомкнутом состоянии, отдельно выделив коэффициент передачи системы $k_{\text{раз}}$.

1.5. Записать передаточные функции замкнутой САУ по задающему v и возмущающему f воздействиям.

1.6. При помощи алгебраического критерия устойчивости А. Гурвица проверить условие устойчивости нескорректированной САУ.

1.7. Методом цифрового моделирования определить прямые показатели качества переходных процессов и статическую точность регулирования (ошибку) нескорректированной САУ.

2. Синтез последовательного корректирующего устройства на основании частотного метода (желаемой ЛАЧХ)

2.1. Изобразить асимптотическую ЛАЧХ нескорректированной системы $L_{\text{нс}}(\omega)$ с использованием логарифмического масштаба ω или $\lg \omega$. Поперечную ось $L(\omega)$ провести через единичную частоту $\omega = 1$.

2.2. Построить желаемую ЛАЧХ скорректированной САУ $L_{\text{жел}}(\omega)$, обеспечивающую заданные показатели качества переходных процессов $\sigma_{\text{max}}\%$, t_p и требуемую статическую (скоростную) ошибку $\Delta u_{\text{доп}}(\infty)$, которая состоит из низкочастотной (НЧ), среднечастотной (СЧ) и высокочастотной (ВЧ) областей (см. рисунок).

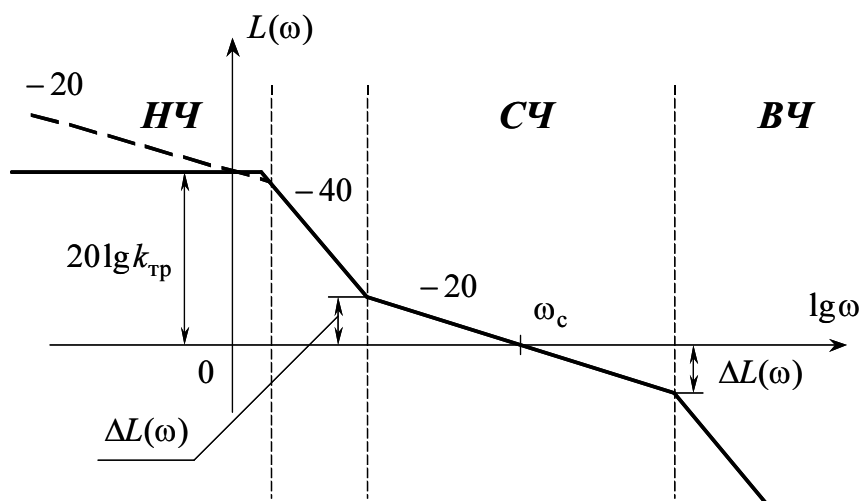


Рисунок – Желаемая ЛАЧХ скорректированной САУ

Наклон НЧ области желаемой ЛАЧХ в зависимости от степени астатизма исходной системы принять равным 0 дБ/дек или –20 дБ/дек. Требуемый разомкнутый коэффициент передачи $k_{тр}$ скорректированной системы в первом случае определить как

$$k_{тр} = \frac{1}{\Delta y_{доп}(\infty)} - 1,$$

а во втором

$$k_{тр} = \frac{1}{\Delta y_{доп}(\infty)}.$$

По номограммам, задавшись требуемым значением перерегулирования $\sigma_{max} \%$ (см. исходные данные), определить максимальное значение вещественной частотной характеристики P_{max} . По найденной величине P_{max} найти частоту среза ω_c и необходимый запас устойчивости по модулю СЧ зоны $\Delta L(\omega)$, имеющий наклон –20 дБ/дек, а также запас устойчивости по фазе $\Delta \gamma(\omega)$.

Соединить НЧ и СЧ области $L_{жел}(\omega)$ асимптотической прямой с наклоном –20 дБ/дек или –40 дБ/дек.

ВЧ область желаемой ЛАЧХ $L_{жел}(\omega)$ в целях простоты реализации последовательного корректирующего устройства (регулятора) строится параллельно ЛАЧХ исходной САУ $L_{нс}(\omega)$, причем ее наклон в целях фильтрации высокочастотных помех должен составлять не менее –20 дБ/дек.

Построить ЛАЧХ последовательного корректирующего устройства, воспользовавшись формулой

$$L_{кy}(\omega) = L_{жел}(\omega) - L_{нс}(\omega).$$

2.3. По асимптотической ЛАЧХ корректирующего устройства $L_{кy}(\omega)$ восстановить передаточную функцию с учетом численных значений. Полученное значение коэффициента передачи регулятора сравнить с расчетным значением, найденным по формуле

$$k_{кy} = \frac{k_{тр}}{k_{раз}}.$$

2.4. Составить структурную схему синтезированной САУ с учетом последовательного корректирующего устройства.

2.5. Методом цифрового моделирования исследовать скорректированную САУ при единичном ступенчатом (линейно-возрастающем) задающем воздействии v , а также при приложении единичного ступенчатого возмущающего воздействия f .

2.6. Сделать выводы о результатах анализа и синтеза стационарной линейной непрерывной системы автоматического управления.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра проектирования технологических машин

**Паспорт
практических занятий**

по дисциплине «Теория автоматического управления», 5 семестр

1. Методика оценки

В рамках данного вида учебной деятельности по дисциплине Теория автоматического управления студенты приобретают практические навыки решения прикладных задач в области управления техническими системами в машиностроении, которые реализуются на основе выполнения соответствующих аналитических расчетов, анализа качества процессов во временной и частотной областях, синтеза регуляторов в составе непрерывных САУ, а также верификации полученных результатов с помощью метода цифрового моделирования.

Оцениваемые позиции:

Практические занятия оцениваются по балльно-рейтинговой системе в количестве 10 – 30 баллов по результатам самостоятельного решения выданных заданий и работе на практических занятиях в соответствии со следующими критериями:

- от 1 до 3 баллов за каждое практическое занятие №1 ... №8;
- от 2 до 6 баллов за практическое занятие №9.

2. Критерии оценки

- Работа на практических занятиях считается **не выполненной**, если студент отсутствовал по неуважительной причине, выполнены не все задания или имеют место грубейшие ошибки. Общее количество баллов составляет менее 10.

- Работа на практических занятиях считается выполненной на **пороговом** уровне, если большинство заданий выполнено не в срок и с существенными ошибками. Общее количество баллов 10.

- Работа на практических занятиях считается выполненной на **базовом** уровне, если студент выполнил большую часть заданий в срок и с незначительными ошибками. Общее количество баллов 20.

- Работа на практических занятиях считается выполненной на **продвинутом** уровне, если студент, выполнил все задания в срок и без каких-либо существенных ошибок. Общее количество баллов 30.

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине баллы за практические занятия учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

4. Перечень тем практических занятий

1. Практическое занятие №1.

Способы управления объектами в технических приложениях – 2 часа

Практические примеры применения разомкнутого и замкнутого управлений в области машиностроительного производства.

2. Практическое занятие №2.

Передаточные функции и структурные преобразования линейных непрерывных одномерных САУ – 2 часа

Передаточные функции САУ в замкнутом состоянии по управляющему и возмущающему воздействиям.

3. Практическое занятие №3.

Связь структурных схем с передаточными функциями и дифференциальными уравнениями. Построение асимптотической ЛАЧХ системы в разомкнутом состоянии и восстановление из нее передаточной функции САУ – 2 часа

Применение математического аппарата передаточных функций с использованием оператора дифференцирования и изображений Лапласа, структурных схем, а также частотных характеристик в обычном и логарифмическом масштабах при описании статических и динамических свойств САУ.

4. Практическое занятие №4.

Переходные и импульсные характеристики типовых линейных динамических звеньев в составе САУ – 2 часа

Исследование влияния параметров типовых звеньев и отрицательных (положительных) обратных связей на вид переходных (импульсных) характеристик и свойства звеньев в установившемся и переходном процессах.

5. Практическое занятие №5.

Частотные характеристики типовых линейных динамических звеньев и линейной САУ в разомкнутом состоянии – 2 часа

Исследование АФЧХ, АЧХ и ФЧХ в различных масштабах типовых линейных звеньев и влияние на их вид параметров звена.

6. Практическое занятие №6.

Анализ устойчивости линейной непрерывной системы третьего порядка в замкнутом состоянии – 2 часа

Исследование устойчивости линейной САУ и влияние ее параметров на вид переходной характеристики.

7. Практическое занятие №7.

Запасы устойчивости по модулю и фазе на основе анализа АФЧХ и АЧХ с ФЧХ в логарифмическом масштабе – 2 часа

Применение частотного критерия Г. Найквиста в задачах определения запасов устойчивости линейных непрерывных САУ.

8. Практическое занятие №8.

Анализ базовых положений синтеза при последовательной и параллельной коррекции – 2 часа

Оценка влияния на прямые показатели качества переходных процессов и статическую точность регулирования САУ последовательных и параллельных корректирующих устройств.

9. Практическое занятие №9.

Частотный метод синтеза линейной непрерывной САУ объектами с форсирующими свойствами – 2 часа

Методика синтеза алгоритмов управления САУ на примере объекта третьего порядка с форсирующими свойствами при последовательной коррекции.