

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Суслин А. В.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Направление/специальность подготовки	15.03.02 Технологические машины и оборудование
Специализация/профиль/программа подготовки	Компьютерное проектирование технологий и оборудования механообрабатывающих производств
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Очная
Факультет	Е Оружие и системы вооружения
Выпускающая кафедра	Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА
Кафедра-разработчик рабочей программы	Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
3	6	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.
4	7	4	144	68	34	0	34	76	0	0	76	экз.
ВСЕГО		7	252	136	68	0	68	116	0	0	116	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)**

15.03.02 Технологические машины и оборудование

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И
УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Борисов Сергей Викторович, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**

Заведующий кафедрой Егоренков Л.С., к.т.н., снс

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

Е7 МЕХАНИКА ДЕФОРМИРУЕМОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА

Заведующий кафедрой Санников В.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

современного спектра задач, принципов построения и математических моделей систем управления с учетом специфики профессиональной области;

теории линейных непрерывных систем как основы теории автоматического управления;

математического аппарата, составляющего основу теории управления;

принципов, математических схем, средств описания элементов и систем управления умения;

умения:

применять общие принципы организации автоматических систем;

владеть методами исследования устойчивости и качества систем;

навыки:

применения методов анализа систем автоматического управления, синтеза законов управления и корректирующих устройств;

построения математических моделей систем автоматического управления.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МЕХАНИКИ СПЛОШНЫХ СРЕД, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОТРАСЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, ФИЗИКА.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ, КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ОСНОВЫ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ, ПРАКТИКУМ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МЕХАНИКЕ, УПРАВЛЕНИЕ ПРИ НАЛИЧИИ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-4 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-6 — Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий
- ПК-93 — способен генерировать новые идеи для решения задач цифровой экономики, абстрагироваться от стандартных моделей, перестраивать сложившиеся способы решения задач, выдвигать альтернативные варианты действий с целью выработки новых оптимальных алгоритмов
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- УК-6 — Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 з.е., 252 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1
3	6	Раздел 1. Основные понятия теории управления. 1.1 Понятия автоматического и автоматизированного управления. Примеры объектов и систем управления. Общая структура системы управления. 1.2 Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления (СУ). 1.3 Общая характеристика задач анализа и синтеза систем управления.	2	2	2	0	0	10
3	6	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей. 2.1 Понятие динамического звена. Линеаризация, уравнение и передаточная функция динамического звена. 2.2 Понятие структурно-динамической схемы системы. Построение и преобразование структурных схем. 2.3 Передаточные функции системы. 2.4 Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями. 2.5 Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма. 2.6 Моделирование динамических систем в среде MatLab или Scilab/Scicos.	16	10	6	4	6	10
3	6	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. 3.1 Переходная характеристика, способы ее получения. 3.2 Функция веса, способы ее получения. Уравнение свертки. 3.3 Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика. 3.4 Логарифмические частотные характеристики, правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика. 3.5 Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства. 3.6 Минимально-фазовые неминимально-фазовые звенья чистого запаздывания. 3.7 Коллоквиум по разделам 1-3.	20	12	6	6	8	10
3	6	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем. 4.1 Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие устойчивости системы. Асимптотическая устойчивость. 4.2 Связь устойчивости с корнями характеристического полинома системы. Необходимое условие устойчивости. 4.3 Критерий устойчивости Гурвица. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем. 4.4 Критерий устойчивости Михайлова. 4.5 Критерий устойчивости Найквиста. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии. 4.6 Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и способы их определения. 4.7 Построение областей устойчивости в плоскости двух параметров. Понятие о D-разбиении.	22	14	8	6	8	10
3	6	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления. 5.1 Оценка качества системы по временным характеристикам. 5.2 Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы. 5.3 Оценка качества системы по частотным характеристикам. Показатель колебательности. Оценка точности при гармонических воздействиях. 5.4 Оценка точности СУ при степенных воздействиях. Понятия астатизма и порядка астатизма, структурные признаки астатизма системы. Инвариантность систем управления. Коэффициенты ошибок. 5.5 Чувствительность систем управления. Построение моделей чувствительности. Оценка чувствительности показателей качества к значениям параметров систем и внешних воздействий.	22	14	6	8	8	10
3	6	Раздел 6. Методы синтеза систем управления. 6.1 Понятие закона управления. Основные виды законов управления и их свойства. 6.2 Методы повышения точности СУ. Комбинированное регулирование. 6.3 Постановка задачи синтеза СУ. Обзор методов синтеза. 6.4 Основные этапы синтеза корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам. 6.5 Коллоквиум по разделам 4-6.	26	16	6	10	10	10
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	60
4	7	Раздел 7. Теория дискретных систем управления. 7.1 Особенности цифровых и дискретных систем управления. Квантование сигнала. Модель импульсного элемента. Применение математического аппарата решетчатых функций и разностных уравнений для описания процессов в дискретных системах. 7.2 Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства. Дискретная передаточная функция. 7.3 Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с экстраполяторами нулевого и первого порядка. 7.4 Частотные характеристики дискретных СУ. Приближенная методика построения псевдочастотных характеристик. 7.5 Анализ устойчивости и качества дискретных систем. Оценка запаса устойчивости. Расчет установившихся ошибок. 7.6 Постановка задачи синтеза цифровых систем. Коррекция с помощью цифрового корректирующего устройства. 7.7 Синтез и исследование качества цифровой системы в среде MatLab или Scilab/Scicos. 7.8 Коллоквиум по разделу 1.	56	28	14	14	28	10
4	7	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах. 8.1 Классификация нелинейностей. 8.2 Особенности процессов в нелинейных системах. задачи и методы теории нелинейных систем. 8.3 Расчет процессов в нелинейных системах. Метод приспособовывания.	18	8	4	4	10	10
4	7	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем. 9.1 Метод гармонической линеаризации: основные положения, способы вычисления коэффициентов гармонической линеаризации. 9.2 Уравнение гармонического баланса. 9.3 Алгебраический способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 9.4 Частотный способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 9.5 Понятие абсолютной устойчивости нелинейной системы. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. 9.6 Исследование автоколебаний и абсолютной устойчивости в среде MatLab или Scilab/Scicos.	50	22	10	12	28	10
4	7	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления. 10.1 Понятие и основные формы описания непрерывного случайного процесса. 10.2 Спектральный метод расчета установившегося случайного процесса в линейной стационарной системе. 10.3 Статистическая линеаризация нелинейной стационарной системы. 10.4 Коллоквиум по разделам 2-4.	20	10	6	4	10	10
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	40

Всего по дисциплине	252	136	68	68	116	100
---------------------	-----	-----	----	----	-----	-----

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	Составление уравнений и передаточных динамических звеньев. Разбор д/з № 1.	2
2		Преобразование структурных схем. Передаточные функции разомкнутых, замкнутых и замкнутых по ошибке систем. Разбор д/з № 1	2
3	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Коллоквиум № 1.	1
4		Получение временных характеристик динамических звеньев. Разбор д/з № 1.	2
5		Получение частотных характеристик звеньев. Построение амплитудно-фазовой характеристики. Разбор д/з № 1.	2
6		Логарифмические частотные характеристики. Построение асимптотических ЛАХ. Разбор д/з № 1.	1
7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Анализ устойчивости алгебраическими методами. Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	2
8		Анализ устойчивости частотными методами. Разбор д/з № 2. Приём д/з № 1.	4
9	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Оценка качества систем по корням характеристического полинома и на основе использования временных характеристик. Разбор Д/з № 3. Приём Д/з № 2.	2
10		Оценка качества систем на основе использования частотных характеристик. Разбор Д/з № 3. Приём Д/з № 2.	4
11		Расчет установившихся ошибок. Разбор Д/з № 3. Приём Д/з № 2.	2
12	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Коллоквиум № 2.	1
13		Параметрический синтез линейных систем. Расчет последовательного корректирующего звена и анализ его влияния на систему (устойчивости и качества скорректированной системы). Разбор Д/з № 4. Приём д/з № 3.	4
14		Прием д/з № 3.	2
15		Анализ основных методов повышения точности систем. Прием Д/з № 3.	3
Всего за 6 семестр			34
16	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	Коллоквиум 1. Разбор д/з № 1.	2
17		Разбор д/з № 1.	3
18		Расчет процессов в дискретных системах. Разбор д/з № 1.	3
19		Анализ устойчивости и качества дискретной системы. Прием д/з №1.	3
20		Параметрический синтез дискретных систем (подбор корректирующего устройства и его анализ). Приём д/з № 1.	3
21	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.	Расчет процессов в нелинейных системах методом припасовывания. Разбор ДЗ №2.	4
22	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости алгебраическим способом. Разбор д/з № 2.	3
23		Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости частотным способом. Разбор д/з № 2.	3
24		Анализ абсолютной устойчивости нелинейных систем. Разбор д/з №2.	3
25		Приём д/з № 2.	3
26	Раздел 10. Расчет случайных процессов в	Расчет установившегося случайного процесса в нелинейной стационарной системе.	2

27	системах управления.	Коллоквиум 2.	2
Всего за 7 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	2
2		Выполнение домашнего задания № 1.	2
3		Выполнение домашнего задания № 1.	2
4	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	2
5		Выполнение домашнего задания № 1.	4
6		Подготовка к коллоквиуму № 1.	2
7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	2
8		Выполнение домашнего задания № 2.	6
9	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	2
10		Выполнение домашнего задания № 3.	6
11	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	2
12		Выполнение домашнего задания № 4.	2
13		Выполнение домашнего задания № 5.	3
14		Подготовка к коллоквиуму № 2.	3
Всего за 6 семестр			40
15	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	Выполнение домашнего задания № 1.	12
16		Выполнение домашнего задания № 2.	6
17		Подготовка к коллоквиуму № 1.	6
18		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	4
19	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе. Решение ДЗ №2.	10
20	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Выполнение домашнего задания № 2.	11
21		Выполнение домашнего задания № 2.	11
22		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемом литературе	6
23	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.	Подготовка к коллоквиуму № 2. Прием ДЗ №2.	6
24		Изучение предусмотренных программ о и дидактических единиц по рекомендуемом литературе.	4
Всего за 7 семестр			76

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
6				ДЗ		ДР	ДЗ		ДЗ	ДР		ДЗ		ДЗ		ДР	Вопр.Диф.Зач, диф. зач.
7						ДР				ДР						ДР	Вопр. Экз

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Вопр.Диф.Зач – вопросы к дифференцированному зачету;
- Вопр. Экз – вопросы к экзамену;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления". Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989, 95 экз.
2. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, эл. рес.
3. А. В. Пантелеев, А. С. Бортакровский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
4. Б. П. Родин. . Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 166 экз.
5. Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. СПб.: Наука, 2001, 20 экз.
6. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 169 экз.
7. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
8. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
9. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
10. В. Ю. Лавров, А. З. Копылов. . Управление в технических системах. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
11. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
12. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
13. И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, эл. рес.
14. И. Л. Коробова, В. Т. Шароватов. . Основы статистической динамики автоматических систем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
15. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
16. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.
17. Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления. БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, , 70 экз.
18. Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 75 экз.
19. Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
4. <http://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
5. <http://urait.ru> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов..

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Google Chrome;
2. Matlab 2015a SP1;
3. 7-Zip;
4. Scilab;
5. Microsoft Office;
6. DjVuReader.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. Google Chrome;
4. Matlab 2015a SP1;
5. 7-Zip;
6. Scilab;
7. Microsoft Office;
8. DjVuReader.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **УПРАВЛЕНИЕ В ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *15.03.02 Технологические машины и оборудование*. Дисциплина реализуется на факультете *Е Оружие и системы вооружения* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **Е6 АВТОНОМНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями, принципами, математическим аппаратом, общими и специальными методами анализа и синтеза линейных, нелинейных, дискретных и стохастических систем управления техническими объектами.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **7 з.е., 252 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**68 ч.**), практические занятия (**68 ч.**), самостоятельная работа студента (**116 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 252 ч., из них 136 ч. аудиторных занятий, и 116 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Глава 1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Текст занятия 5) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Текст занятия 1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Текст занятия 1) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 2-4) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2)	2
Выполнение домашнего задания № 1.	Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Подраздел 1.2) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Главы 2,3) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 3, 5)	2
Выполнение домашнего задания № 1.	И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Лекции 2-4,13) . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к д/з №1 и д/з №2)	2
Итого по разделу 2		6
Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 2-9) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011	2

Выполнение домашнего задания № 1.	(Лекции 3, 5-7) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 4) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 3) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Текст занятия 1) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Главы 2-3) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Тест занятий 1, 2, 3) . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к д/з №1 и д/з №2) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Подраздел 1.2)	4
Подготовка к коллоквиуму № 1.		2
Итого по разделу 3		8
Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 9-15) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Тексты занятий 6-7) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (Параграф 1.4.1) В. Ю. Лавров, А. З. Копылов. . Управление в технических системах: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Параграфы 5.1, 5.2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятия 6, 7) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Текст занятий 6-7, указания к д/з №2) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 8-11) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 4)	2
Выполнение домашнего задания № 2.	Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 4) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Параграфы 6.1-6.6) . Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Указания к домашним заданиям №3-5)	6
Итого по разделу 4		8
Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.		

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 1) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Текст занятия 8) Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Глава 1) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Параграфы 6.1-6.4) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Раздел 3) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Текст занятия 9) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекция 12) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Параграфы 8.1-8.8, глава 8) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 16-17)	2
Выполнение домашнего задания № 3.		6
Итого по разделу 5		8
Раздел 6. Методы синтеза систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 18,19) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 8,9,10) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Тексты занятий 9,10) Л. В. Полонская ; Ленингр. мех. ин-т. Теория автоматического управления: БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, (Глава 2)	2
Выполнение домашнего задания № 4.	. Методические указания к практическим занятиям по курсу "Теория автоматического управления": Л.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 1989 (Методические указания к д/з №9, №10) И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Текст занятия 9)	2
Выполнение домашнего задания № 5.	Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Лекция 12)	3
Подготовка к коллоквиуму № 2.		3
Итого по разделу 6		10
Раздел 7. Теория дискретных систем управления.		
Выполнение домашнего задания № 1.	И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практические занятия №1-3)	12
Выполнение домашнего задания № 2.	Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Элементы	6
Подготовка к коллоквиуму № 1.		6

Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	<p>математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab: СПб.: Наука, 2001 (Занятие 2)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (Подраздел 5.1)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 14,15, параграфы 14.6-14.7)</p> <p>Б. П. Родин. . Непрерывные и дискретные линейные стационарные управляемые системы: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (Занятия 1-5)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Параграф 9.1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Занятие 2)</p> <p>А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (Методические указания к выполнению домашнего задания)</p> <p>И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Практические занятия №1-3)</p> <p>Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (Подразделы 1.1-1.8, разделы 2,3)</p>	4
Итого по разделу 7		28
Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе. Решение ДЗ №2.	<p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекция 25)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Глава 16, параграфы 17.1, 17.2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практическое занятие 2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекция 6)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (Параграфы 1.2, 2.1, 3.1)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (Подраздел 7.1, 7.2)</p>	10
Итого по разделу 8		10
Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.		
Выполнение домашнего задания № 2.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции 7, 11-13)	11
Выполнение домашнего задания № 2.	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия 3, 6, 7)	11
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	<p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 28, 29)</p> <p>И. Л. Коробова, В. Т. Шароватов. . Основы статистической динамики автоматических систем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Подразделы 8.2, 8.3)</p>	6

	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Параграф 17.3, глава 18)	
Итого по разделу 9		28
Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.		
Подготовка к коллоквиуму № 2. Прием ДЗ №2.	А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (Подразделы 1.3, 2.3, 4.2, 8.4)	6
Изучение предусмотренных программ о и дидактических единиц по рекомендуемом литературе.	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (Лекции 22-24) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (Главы 11, 22)	4
Итого по разделу 10		10

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы к дифференцированному зачету;
- вопросы к экзамену;
- дифференцированный зачет;
- экзамен.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Решения домашних заданий № 1, № 2 в 6-м семестре, № 1 в 7-м семестре представляются в рукописной форме. Все остальные домашние задания – в печатной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или с использованием систем автоматизации математических расчетов (рекомендуется Matlab или Scilab/Scicos).

Каждое домашнее задание содержит набор задач по исследованию динамического звена или системы управления в соответствии с темой домашнего задания и индивидуальным вариантом.

Критерии оценивания:

Домашние задания № 1, № 2 в 6-м семестре, № 1 в 7-м семестре считаются выполненными успешно (принимаются) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик звена или системы.

Домашние задания № 3 в 6-м семестре, № 2 в 7-м семестре считаются выполненными успешно (принимаются) при следующих условиях:

- правильное выполнение всех пунктов (задач), предусмотренных заданием;
- правильное построение и оформление в соответствии с требованиями государственных стандартов ЕСКД графиков для всех получаемых в ходе выполнения задания характеристик звена или системы;
- успешная защита домашних заданий, заключающаяся в ответе на вопросы преподавателя (4 ответа из 5 правильные).

Перечень тем домашних заданий в 6 семестре: Расчет переходного процесса в линейной САУ и исследование ее динамических свойств, Расчет передаточной функции и построение частотных характеристик линейной САУ, Расчет устойчивости замкнутой САУ при заданной структуре в разомкнутом состоянии.

Перечень тем домашних заданий в 7 семестре: Расчет частотных характеристик и устойчивости дискретной САУ, Расчет параметров колебаний и устойчивости нелинейной САУ.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Особенности цифровых и дискретных систем управления.
2. Квантование сигнала.
3. Модель импульсного элемента.
4. Применение математического аппарата решетчатых функций и разностных уравнений для описания процессов в дискретных системах.
5. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства.
6. Дискретная передаточная функция и преобразование структурных схем.

7. Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с экстраполяторами нулевого и первого порядка.
8. Частотные характеристики дискретных СУ. Приближенная методика построения псевдочастотных характеристик.
9. Анализ устойчивости дискретных систем.
10. Анализ качества дискретных систем. Оценка запаса устойчивости. Расчет установившихся ошибок.
11. Постановка задачи синтеза цифровых систем. Коррекция с помощью цифрового корректирующего устройства.
12. Классификация нелинейностей.
13. Особенности процессов в нелинейных системах. Задачи и методы теории нелинейных систем.
14. Расчет процессов в нелинейных системах. Метод припасовывания.
15. Метод гармонической линеаризации: основные положения, способы вычисления коэффициентов гармонической линеаризации.
16. Уравнение гармонического баланса.
17. Алгебраический способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. .
18. Частотный способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости.
19. Понятие абсолютной устойчивости нелинейной системы. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова.
20. Понятие и основные формы описания непрерывного случайного процесса.
21. Спектральный метод расчета установившегося случайного процесса в линейной стационарной системе.
22. Статистическая линеаризация нелинейной стационарной системы.

Вопросы к экзамену

1. Понятия автоматического и автоматизированного управления. Примеры объектов и систем управления. Общая структура системы управления.
2. Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления(СУ). .
3. Задачи информационной подсистемы в системе управления.
4. Общая характеристика задач анализа и синтеза систем управления.
5. Понятие динамического звена. Линеаризация, уравнение и передаточная функция динамического звена.
6. Понятие структурно-динамической схемы системы. Построение и преобразование структурных схем.
7. Передаточные функции системы.
8. Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями.
9. Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма.
10. Переходная характеристика, способы ее получения.
11. Функция веса, способы ее получения. Уравнение свертки.
12. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика.
13. Логарифмические частотные характеристики, правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.
14. Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства.
15. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Звено чистого запаздывания.
16. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие устойчивости системы. Асимптотическая устойчивость.
17. Связь устойчивости с корнями характеристического полинома системы. Необходимое условие устойчивости.
18. Критерий устойчивости Гурвица. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем.
19. Критерий устойчивости Михайлова. и
20. Критерий устойчивости Найквиста. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии.
21. Запасы устойчивостью амплитуде и по фазе и способы их определения.
22. Построение областей устойчивости в плоскости двух параметров. Понятие о D- разбиении.
23. Оценка качества системы по временным характеристикам.
24. Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы.
25. Оценка качества системы по частотным характеристикам. Показатель колебательности.
26. Оценка точности при гармонических воздействиях. Оценка точности СУ при степенных воздействиях. Понятия астатизма и порядка астатизма, структурные признаки астатизма системы.
27. Инвариантность систем управления. Коэффициенты ошибок.
28. Чувствительность систем управления. Построение моделей чувствительности. Оценка

чувствительности показателей качества к значениям параметров систем и внешних воздействий.
29. Понятие закона управления. Основные виды законов управления и их свойства.
30. Методы повышения точности СУ. Комбинированное регулирование.
31. Постановка задачи синтеза СУ. Обзор методов синтеза.
32. Основные этапы синтеза корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам.

Дифференцированный зачет

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления оценки по результатам работы в семестре при следующих условиях:

- выполнение в установленный графиком срок всех домашних заданий;
- выполнение в установленный графиком срок всех коллоквиумов с положительной оценкой;
- получение допуска к экзамену до начала экзаменационной сессии.

В этом случае оценка определяется как среднее арифметическое лучших оценок за первый и второй коллоквиумы. В случае дробной оценки ее округление выполняется с учетом результатов работы студента в течение семестра. В случае несогласия с предлагаемой оценкой студент сохраняет право сдавать дифференцированный зачет по билету.

Билет включает в себя два теоретических вопроса. Результаты оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«зачтено - отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«зачтено - хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«зачтено - удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий, однако ответы должны быть даны по существу вопроса;

«не зачтено» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

Экзамен

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления экзаменационной оценки по результатам работы в семестре при следующих условиях:

- выполнение в установленный графиком срок всех домашних заданий;
- выполнение в установленный графиком срок всех коллоквиумов с положительной оценкой;
- получение допуска к экзамену до начала экзаменационной сессии.

В этом случае экзаменационная оценка определяется как среднее арифметическое лучших оценок за первый и второй коллоквиумы. В случае дробной оценки ее округление выполняется с учетом результатов работы студента в течение семестра. В случае несогласия с предлагаемой оценкой студент сохраняет право сдавать экзамен по билету по расписанию экзаменационной сессии.

Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса. Результаты оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Оценка выставляется согласно следующим критериям:

«отлично» - глубокое усвоение материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении вопроса, правильно обоснованные решения, владение разносторонними навыками и приемами;

«хорошо» - знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач;

«удовлетворительно» - усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении материала, затруднения в выполнении практических заданий, однако ответы должны быть даны по существу вопроса;

«неудовлетворительно» - незнание материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-1	
3	6	Раздел 1. Основные понятия теории управления.	2	2	2	0	0	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	16	10	6	4	6	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	20	12	6	6	8	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	22	14	8	6	8	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	22	14	6	8	8	10	Домашнее задание
3	6	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	26	16	6	10	10	10	Вопросы к дифференцированному зачету, Домашнее задание
Всего за 6 семестр			108	68	34	34	40	60	
4	7	Раздел 7. Теория дискретных систем управления.	56	28	14	14	28	10	Домашнее задание
4	7	Раздел 8. Анализ процессов в нелинейных системах.	18	8	4	4	10	10	Домашнее задание
4	7	Раздел 9. Частотные методы анализа нелинейных систем.	50	22	10	12	28	10	Домашнее задание
4	7	Раздел 10. Расчет случайных процессов в системах управления.	20	10	6	4	10	10	Вопросы к экзамену, Домашнее задание
Всего за 7 семестр			144	68	34	34	76	40	
Всего по дисциплине			252	136	68	68	116	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

Вопросы открытого типа:

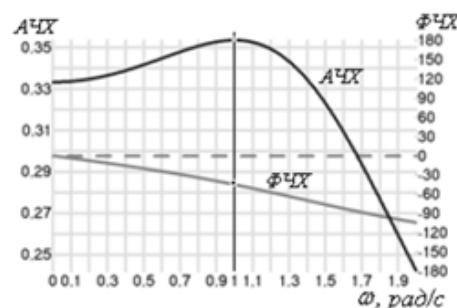
- № 1 Выберите тип поведения свободной составляющей системы, если характеристический полином имеет пару комплексных корней с отрицательной вещественной частью
- № 2 Выберите тип поведения свободной составляющей системы, если характеристический полином имеет один отрицательный полюс
- № 3 Выберите тип поведения свободной составляющей системы, если характеристический полином имеет единственный корень, равный 0
- № 4 Выберите тип поведения свободной составляющей системы, если характеристический полином имеет пару чисто мнимых корней
- № 5 Выберите тип поведения свободной составляющей системы, если характеристический полином имеет положительный корень
- № 6 Выберите тип поведения свободной составляющей системы, если характеристический полином имеет пару мнимых корней с положительной вещественной частью
- № 7 Оценить по критерию Михайлова устойчивость системы, заданной ПФ

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

- № 8 Найти частоту незатухающих колебаний для системы с характеристическим уравнением

$$D(s) = s^4 + 2s^3 + 3s^2 + 4s + 2 = 0$$

- № 9 Записать аналитически реакцию системы с известными АЧХ и ФЧХ (см. рис.) на воздействие $x(t) = 12\sin(0,4t - 1,57)$

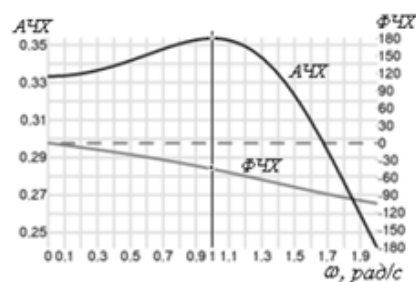


- № 10 Оценить устойчивость системы с характеристическим уравнением

$$D(s) = s^4 + 2s^3 + 3s^2 + 2s + 2 = 0$$

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Система имеет нуль 10 и полюса $-1 \pm 3j$, 0, -3, 14. Оценить устойчивость системы.
- № 2 Записать аналитически реакцию системы с известными АЧХ и ФЧХ (см. рис.) на воздействие $x(t) = 3,5\sin(t)$.



№ 3 Оценить по критерию Гурвица устойчивость системы

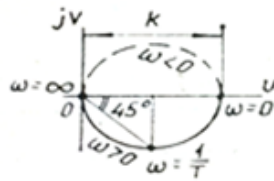
$$W(s) = \frac{s-2}{s^3 + 2s^2 + 3s + 4}$$

№ 4 Система задана нулями $0 \pm 3j$ и полюсами $-1 \pm 5j$; -1 ; -10 . Оценить устойчивость системы до и после замыкания единичной ООС.

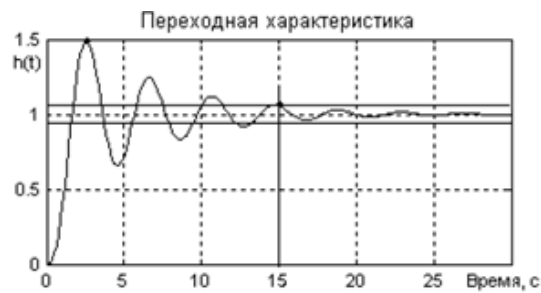
№ 5 Какова устойчивость системы с характеристическим полиномом вида

$$D(s) = s(s^2 + s + 1)$$

№ 6 Укажите тип звена по виду годографа



№ 7 Определить величину перерегулирования и времени регулирования по рис.



№ 8 Определите вид графика фазовой частотной характеристики неустойчивого звена с передаточной функцией $W(s) = k/(Ts - 1)$

№ 9 Каков вид графика переходной функции последовательного соединения устойчивого апериодического звена первого порядка и звена чистого запаздывания с временем запаздывания μ ?

№ 10 Определите вид амплитудно-фазового годографа, соответствующего передаточной функции

$$W(s) = \frac{15}{s(0,5s+1)(2s+1)}$$