

**«БАЛТИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. УСТИНОВА»**

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор -
проректор по образовательной
деятельности

В.А.Бородавкин

2020

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теория автоматического управления**

(указывается наименование дисциплины в соответствии с ЧТОС и учебным планом)

Направление/
специальность подготовки **24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и
ракетно-космических комплексов**

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Специализация/профиль/программа
подготовки Моделирование и информационные технологии проекти-
рования ракетно-космических систем

Уровень высшего образования **специалитет**

(бакалавриат/ магистратура/ специалитет)

Форма обучения **очная**

Факультет **А Ракетно-космической техники**

(указывается индекс и полное наименование факультета Университета, заказавшего программу)

Выпускающая кафедра **А1 Ракетостроения**

(указывается индекс и полное наименование выпускающей кафедры)

Кафедра-разработчик
рабочей программы **А1 Ракетостроения**

(указывается индекс и полное наименование кафедры, составившей и реализующей программу)

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (ПО НАЛИЧИЮ ВИДОВ ЗАНЯТИЙ)													Вид промежуточного кон- троля
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ						САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РА- БОТА						
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ДРУГИЕ ВИДЫ ЗАНЯТИЙ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	РАСЧЁТНО - ГРАФ. РАБОТА	РЕФЕРАТ	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
							ПРАКТИЧЕ- СКИЕ ЗАНЯ- ТИЯ	СЕМИНАРЫ								
4	7	4	144	51	34	-	17	-	-	93	-	-	-	-	93	ЭКЗА- МЕН

Начальник отдела основных об-
разовательных программ
А.А. Русина /
«31» 08 2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов

(указывается индекс и наименование направления/специальности)

Программу составили:

Кафедра А1

Степанов Михаил Михайлович, профессор, к.т.н., с.н.с.

Эксперт(ы):

представитель АО «ЦКБ МТ «Рубин»

начальник группы Тарасов Юрий Александрович

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А1 Ракетостроения**

(индекс и наименование кафедры-разработчика рабочей программы)

«31» 08 2020 г.

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание) (подпись)

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А1 Ракетостроения

(индекс и наименование выпускающей кафедры)

«31» 08 2020 г.

Заведующий кафедрой Бородавкин В.А., д.т.н., профессор

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

(подпись)

Рабочая программа одобрена на заседании Учебно-методической комиссии по укрупненной группе направлений и специальностей подготовки (УМК по УГНиСП)

24.00.00 Авиационная и ракетно-космическая техника

(индекс)

(полное наименование направления)

протокол № 2/2020

(№ протокола)

«31» 08 2020 г.

Председатель УМК по УГНиСП д.в.н., с.н.с.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание)

/ Сырцев А.Н./

(подпись)

Учебная дисциплина обеспечена основной литературой

«31» 08 2020 г.

Директор библиотеки БГТУ Сесина Н.В.

(Ф.И.О., уч. степень, уч. звание) (подпись)

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО	5
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	13
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	13
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	125

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы преподавания
- Приложение 3. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
- Приложение 4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины
- Приложение 5. Фонды оценочных средств
- Приложение 6. Справка о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф.Устинова учебной литературы
- Приложение 7. Лист изменений, вносимых в рабочую программу

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций на уровнях:

общефессиональных

ОПК-2 - понимание роли математических и естественнонаучных наук и способность к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способность использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)	Пороговый уровень
--	-------------------

Профессиональных

ПК-2 - способностью анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и её отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники	Пороговый уровень
---	-------------------

1. студенты должны знать следующее:

на уровне представлений:

- роль место автоматических систем в задаче автоматизации технических объектов и производства, основные принципиальные схемы автоматического управления, историю этой науки, роль российских ученых в ее становлении и развитии (ОПК-2, ПК-2);
- основные положения теории управления, модели и методы исследования автоматических систем, различных по направлениям и применениям (ОПК-2);
- об использовании основных положений теории управления в науке и технике, в информатике (ОПК-2, ПК-2).

на уровне воспроизведения:

- основные типы систем автоматического управления (САУ), их математическое описание и основные задачи исследования (ОПК-2);
- роль, содержание и методы линейной теории систем автоматического управления и регулирования (ОПК-2).

на уровне понимания:

- основные принципы проектирования систем автоматического управления движущимися объектами (ОПК-2).

2. студенты должны уметь следующее:

- теоретические знания использовать для проектирования, изготовления и эксплуатации САУ, различных по направлениям и применениям (ОПК-2, ПК-2).
- практические знания использовать для решения конкретных задач расчёта систем, в том числе составления передаточных функций и проведения анализа линейных систем автоматического управления и регулирования (ОПК-2, ПК-2).

3. студенты должны иметь следующие навыки:

- владеть методиками составления передаточных функций и их исследования (ОПК-2, ПК-2).
- владеть методами анализа линейных САУ, уметь выполнять расчетные работы по анализу устойчивости, точности и качества систем, синтезу параметров и корректирующих звеньев по заданным требованиям к качеству функционирования систем (ОПК-2, ПК-2).

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина «Теория автоматического управления» является дисциплиной **вариативной части** Блока 1 программы и относится к числу дисциплин *по выбору* студента.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: Математика (дифференциальное исчисление, линейная алгебра, интегральное исчисление, дифференциальные уравнения, теория функций комплексной переменной); Вычислительная математика; Теоретическая механика; Информатика; Введение в специальность; Основы устройства и конструкции ракет; Специальные главы математики; Основы проектирования ракетных систем; Баллистика ракет; Теория принятия решений; Приборы систем управления летательными аппаратами.

Оно служит основой для освоения дисциплин: Испытания ракетных систем; Компьютерное проектирование; Практикум по проектированию объектов ракетной техники; Синтез ракетных систем.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

ОК-2 - способностью использовать базовые положения математики, естественных, гуманитарных и экономических наук при решении социальных и профессиональных задач;

ОК-14 - способностью получать и обрабатывать информацию из различных источников, используя самые современные информационные технологии, способностью критически осмысливать полученную информацию выделять в ней главное, создавать на ее основе новые знания;

ОК-18 - способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой профессиональных компетенций, сохранения своего здоровья, нравственного и физического самосовершенствования, готовности содействовать обучению и развитию окружающих;

ОПК-4 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;

2. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

(с распределением общего бюджета времени в часах)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ	
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	Аудиторный ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-2	ПК-2
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
3	7	1	Лекционные занятия Раздел 1. Введение в теорию управления. 1.1. История вопроса. Предмет науки Цели и задачи ТАУ и ТАР. 1.2. Понятия об управлении. Роль информации в управлении. Объект автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные сведения о САУ и САР. 1.3. Принципы автоматического управления. 1.4. Функциональная схема САУ, САР. 1.5. Примеры функциональных схем. 1.6. Классификация САУ и САР	9	4	2	2	-	5	10%	10%
		2	Раздел 2. Математическое описание САУ, САР. 2.1. Моделирование САУ и САР. 2.2. Разбиение САУ и САР на звенья. 2.3. Статические и динамические характеристики звеньев САУ. Уравнение звеньев. 2.4 Типы звеньев. 2.5. Структурная схема САУ и САР. 2.6. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры.	10	4	2	2	-	6	10%	10%
		3	Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). 3.1. Понятие ЛСАУ. Методы линеаризации систем автоматического управления. Свойства ЛСАУ. Передаточная функция ЛСАУ. Разомкнутые ЛСАУ и ЛСАУ с обратной связью. 3.2. Переходная функция. 3.3. Весовая функция. 3.4. Частотные (амплитудно-частотная и фазо-частотная, логарифмические АЧХ и ФЧХ, АФЧХ - годорграф ЧХ) характеристики ЛСАУ.	48	18	14	4	-	30	20%	20%

			3.5. Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ) и их свойства. 1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а) пропорциональное; б) запаздывающие; в) дифференцирующее. 2. ТЗ, описываемые ДУ 1-го порядка: а) инерционно-дифференцирующее; б) инерциальное; в) интегрирующее; г) интегро-дифференцирующее. 3. ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка: а) колебательное; б) аperiodическое. 3.6. Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а) последовательное; б) параллельное; в) параллельное с обратной связью; г) комбинированное								
		4	Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ. 4.1. Понятие устойчивости ЛСАУ. 4.2. Связь устойчивости с весовой функцией. 4.3. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения. 4.4. Критерии устойчивости. 4.4.1. Алгебраические критерии: а) критерии Гурвица и Рауса. 4.4.2. Частотные критерии: а) критерий Михайлова б) критерий Найквиста. 4.4.3. Логарифмические критерии устойчивости.	39	17	14	3	-	22	20%	20%
		5	Раздел 5. Качество ЛСАУ. 5.1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 5.2. Показатели качества переходного процесса а) статическая точность; б) время переходного процесса и др. 5.3. Интегральные оценки качества ЛСАУ	10	4	2	2	-	6	20%	20%
		6	Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР 6.1. Выбор последовательных корректирующих устройств 6.2. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 6.3. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы 6.4. Корректирующие звенья.	14	2	-	2	-	12	10%	10%
		7	Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ). 7.1. Типовые нелинейности. Линеаризация НСАУ. 7.2. Структурные схемы НСАУ. 7.3. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости 7.4. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова). 7.5. Автоколебания НСАУ	14	2	-	2	-	12	10%	10%
			ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	144	51	34	17	-	93	100%	100%

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Введение в теорию управления. Основные понятия ТАУ.	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Принципы автоматического управления. 2. Функциональная схема САУ, САР. 3. Примеры функциональных схем. 4. Классификация САУ и САР	2
2	Раздел 2. Математическое описание САУ САР.	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Структурная схема САУ и САР. 2. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры. 3. Примеры функциональных и структурных схем конкретных технических систем (СУ БР 8К-99, ЗУР В750 и С-300, ПТУР «Малютка», РВВ Р 3-С и др.)	2
3	Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ). Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ).	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ). 1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а) пропорциональное; б) запаздывающее; в) дифференцирующее. 2. ТЗ, описываемые ДУ 1-го порядка: а) инерционно-дифференцирующее; б) инерциальное; в) интегрирующее; г) интегро-дифференцирующее. 3. ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка: а) колебательное; б) апериодическое. Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а) последовательное; б) параллельное; в) параллельное с обратной связью; г) комбинированное	4
4	Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ.	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Алгебраические критерии устойчивости. 2. Частотные критерии устойчивости	3
5	Раздел 5. Качество ЛСАУ.	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: Характеристики качества ЛСАУ, ЛСАР 1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 2. Показатели качества переходного процесса 3. Интегральные оценки качества ЛСАУ	2
6	Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Основные сведения о методах синтеза САУ и САР. 2. Выбор последовательных корректирующих устройств 3. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 4. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы	2
7	Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ).	Изучение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Понятие о нелинейных системах. Типовые нелинейности. 2. Структурные схемы НСАУ. 3. Фазовое пространство. 4. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости. 5. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова)	2
Итого:			17

3.3. Лабораторный практикум программой дисциплины не предусмотрен

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЗАДАНИЯ	время (час)
			СРС
	Раздел 1. Введение в теорию управления	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 1: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы	5
	Раздел 2. Математическое описание САУ, САР	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 2: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы	6
	Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ)	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 3: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы	30
	Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 4: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы Выполнение домашнего задания по тематике разделов 1-4	22
	Раздел 5. Качество ЛСАУ	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 5: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы	6
	Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 6: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы	12
	Раздел 7. Понятие о нелинейных системах.	Подготовка к восприятию лекционного материала по теме раздела 7: Изучение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы	12
ВСЕГО:			93

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ГРАФИК КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
7									ДЗ								

Условные обозначения:

– ДЗ – домашнее задание.

Текущая аттестация студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- опроса студентов по вопросам пройденного материала;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, соблюдение сроков выполнения контрольных мероприятий, установленных графиком.

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в форме выполнения домашнего задания.

Промежуточный контроль по результатам семестра проходит в форме экзамена, который включает в себя ответы на теоретические вопросы и решение практической задачи.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты образования по данной дисциплине, включены в состав УМК дисциплины и перечислены в Приложении 5.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература:

1. **Бесекерский, Виктор Антонович.** Теория систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2003. - 750 с. : ил, граф. - (Специалист). - Загл. обл. : Линейные системы. - : Нелинейные системы. - : Импульсивные системы. - : Цифровые и адаптивные системы. - : Критерии устойчивости. - : Случайные процессы. - Библиогр.: с. 744 - 747. - Приложение : с. 741 - 743. - Об авторах : с. 748 - 749. - ISBN 5-93913-035-6, 170 экз.
2. **Малафеев, Сергей Иванович.** Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2014. - 378 с. : схемы, граф. - (Высшее образование. Электротехника) (Бакалавриат). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 374-375. - ISBN 978-5-4468-0230-2 : 30 экз.
3. **Коробова, Ираида Леонидовна.** Теория автоматического управления [Текст] : курс лекций [для вузов] / И. Л. Коробова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 170 с. : граф., схемы. - Библиогр.: с. 168. 115 экз.
4. **Коробова, Ираида Леонидовна.** Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : курс лекций [для вузов] / И. Л. Коробова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2011. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01677.pdf. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-85546-629-4
5. **Шишмарёв, Владимир Юрьевич.** Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. - М. : Академия, 2012. - 351 с. : граф., схемы, табл. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление) (Бакалавриат). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 346-347. - Услов. обознач.: с. 5-6. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 978-5-7695-9139-6 : 618. 12 экз.
6. **Емельянов, Валентин Юрьевич.** Основы теории управления [Текст] : тексты лекций [для вузов] / В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2016. - 169 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-85546-955-4 : 75 экз
7. **Емельянов, Валентин Юрьевич.** Основы теории управления [Электронный ресурс] : тексты лекций [для вузов] / В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr02465.pdf. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-85546-955-4

5.2. Дополнительная литература:

1. **Певзнер, Леонид Давидович.** Теория систем управления [Текст] : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : Лань, 2018. - 420 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Об авт.: послед. с. обл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 412. - Упражн.: в конце глав. - Прил.: с. 388-411. - Предмет. указ.: с. 413-417. - ISBN 978-5-8114-1566-3 : 10 экз.
2. **Певзнер, Леонид Давидович.** Теория систем управления [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 424 с. - (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68469> (дата обращения: 12.01.2021)
3. **Ким, Дмитрий Петрович.** Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник [Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата / Д. П. Ким. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2020. - 331 с. - (ЭБС Юрайт) (Высшее образование). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.urait.ru/bcode/452303> (дата обращения: 10.09.2020)
4. **Ким, Дмитрий Петрович.** Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2020. - 311 с. - (ЭБС Юрайт) (Высшее образование). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/452242> (дата обращения: 26.11.2020).
5. **Попов, Евгений Павлович.** Теория линейных систем автоматического регулирования и управления [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. П. Попов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. - 301 с. : граф., рис., схемы. - Библиогр.: с. 300-301. - Приложения: с. 286-299. - ISBN 5-02-014112-7 18 экз.

6. **Теория автоматического управления** [Текст] : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. А. А. Воронов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. Ч. 1 : Теория линейных систем автоматического управления / Н. А. Бабаков [и др.]. - 367 с. : граф., рис., схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 362-365. 18 экз.
7. **Ерофеев, Анатолий Александрович.** Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Политехника, 2003. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - (Учебник для вузов). - Электрон. версия печ. публикации \\lib_server\elres\elr01157.djvu. - Библиогр.: с. 300. - Приложение: с. 299. - ISBN 5-7325-0529-6
8. **Ерофеев, Анатолий Александрович.** Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2003. - 302 с. : граф., рис., табл., портр. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 300. - Приложение : с. 299. - Памяти автора в начале книги. - ISBN 5-7325-0529-6 135 экз.
9. **Теория автоматического управления** [Текст] : учебник для вузов / С. Е. Душин [и др.] ; ред. В. Б. Яковлев. - М. : Высшая школа, 2003. - 567 с. : граф., ил., табл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 563 - 567. - ISBN 5-06-004096-8 33 экз.
10. **Иванов, Юрий Дмитриевич.** Теоретические основы автоматического управления [Текст] : сборник задач / Ю. Д. Иванов, А. М. Потапов, Б. П. Родин ; Ленингр. мех. ин-т. - Л. : [б. и.], 1990. - 75 с. : табл. - Библиогр.: с. 73. - Вопросы для самопроверки в конце контрольных работ. 72 экз.
11. **Мирошник, Илья Васильевич.** Теория автоматического управления. Линейные системы [Текст] : учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - М. ; СПб. ; Нижний Новгород : Питер, 2005. - 334 с. : ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 326-327. - Список сокращений и обозначений: с. 11-12. - Предметный указ.: с. 328-333. - Об авторе на обл. - ISBN 5-469-00350-7 20 экз.
12. **Математические основы теории автоматического управления** [Текст] : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 2 / В. А. Иванов [и др.] ; ред. Б. К. Чемоданов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 615 с. : граф., схемы. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 605-606. - Предмет. указ.: с. 607-609. - ISBN 978-5-7038-3174-8. - ISBN 978-5-7038-2807-6 22 экз.
13. **Математические основы теории автоматического управления** [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 2 / В. А. Иванов [и др.] ; ред. Б. К. Чемоданов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 615 с. - (ЭБС Айбукс). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/364101/reading> (дата обращения: 09.12.2020). - Текст: электронный.
14. **Гайдук, Анатолий Романович.** Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 5-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2019. - 464 с. - (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125741> (дата обращения: 02.09.2020).
15. **Гайдук, Анатолий Романович.** Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Изд. 5-е, испр. и доп. - СПб. : Лань, 2019. - 463 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 459. - Прил.: с. 396-411. - Ответы: с. 412-458. - Тем. указ. задач: с. 460-463. - ISBN 978-5-8114-4200-3 : 15 экз.

5.3. Электронные ресурсы, Интернет-ресурсы, электронные библиотечные системы:

1. <http://pu.mtas.ru/about/>
2. <http://ait.mtas.ru/about/>
3. Электронно-библиотечная система издательства «ЛАНЬ» – <http://e.lanbook.com>;
4. Электронно-библиотечная система «ЮРАЙТ» <http://www.biblio-online.ru>.

5.4. Программное обеспечение.

Специального программного обеспечения не требуется.

5.5. Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса

- Применение средств мультимедиа в образовательном процессе: практические занятия проводятся с использованием электронных презентаций.
- Доступность учебных материалов через сеть Интернет для любого участника учебного процесса:
- Организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты;

5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекционные занятия:

- комплект электронных презентаций/слайдов,
- аудитории ск-21а, ск-21б, 101, 334, 344 оснащенные презентационной техникой (проектор, экран, компьютер).

6.2. Практические занятия:

- компьютерный класс ск-21б, компьютерные классы университета,
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер),
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы типа MS WORD, WordPerfect, графические редакторы типа Excel, Improv, средства презентационной графики –: PowerPoint, Multimedia Viewer

6.3. Прочее

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Теория автоматического управления» является дисциплиной *вариативной части* Блока 1 и относится к числу дисциплин *по выбору* студента программы подготовки студентов по специальности 24.05.01 «Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов». Дисциплина реализуется на факультете «А» («Ракетно-космическая техника») БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова кафедрой «А1» («Ракетостроение»).

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций, характеризующихся способностью специалиста иметь навыки понимания роли математических и естественнонаучных наук и способность к приобретению новых математических и естественнонаучных знаний, с использованием современных образовательных и информационных технологий, способность использовать в профессиональной деятельности знания и методы, полученные при изучении математических и естественнонаучных дисциплин (модулей) (ОПК-2) и профессиональной компетенции ПК-2 - способности анализировать состояние и перспективы развития как ракетной и ракетно-космической техники в целом, так и её отдельных направлений, создавать математические модели функционирования объектов ракетной и ракетно-космической техники.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с классификацией систем автоматического управления (САУ) и регулирования (САР); изучением принципов управления; рассмотрением типовых функциональных схем, видов входных воздействий, требований к системам управления (СУ); изучением динамических характеристик СУ и ее звеньев; расчетом передаточных функций, частотных передаточных функций, временных характеристик, как отдельных звеньев, так и систем в целом; рассмотрением и преобразованием структурных схем; анализом устойчивости линейных СУ, расчетом критериев устойчивости, характеристик запасов устойчивости, построением областей устойчивости; изучением методов оценки качества процессов управления; синтезом линейных СУ.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельную работу студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

- текущий контроль успеваемости в форме опроса студентов по вопросам пройденного материала;
- рубежный контроль в форме выполнения домашнего задания
- промежуточный контроль в форме экзамена, который включает в себя ответы на теоретические вопросы и решение задач.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (34 часа), практические (17 часов) занятия и 93 часов самостоятельной работы студента.

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ

Рекомендации по организации и технологиям обучения для преподавателя

1. Образовательные технологии

Преподавание дисциплины ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- 1. Работа в команде** – совместная деятельность студентов в группе при проведении практических занятий под руководством преподавателя, направленная на решение общей задачи путем творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды по разделам 1, 2 (Основные понятия ТАУ. Математическое описание САУ САР); разделу 3 (Линейные САУ, Типовые звенья ЛСАУ, Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ); разделу 4 (Устойчивость ЛСАУ); разделу 4 (Качество ЛСАУ).
- 2. Междисциплинарное обучение** – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи. Используется в разделах 1, 2 (Основные понятия ТАУ. Математическое описание САУ САР); разделе 3 (Линейные САУ) и др.
- 3. Проблемное обучение** – стимулирование студентов к самостоятельному приобретению знаний, необходимых для решения конкретной проблемы. Используется в разделах: разделам 1, 2 (Основные понятия ТАУ. Математическое описание САУ САР); разделу 3 (Линейные САУ, Типовые звенья ЛСАУ, Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ); разделу 4 (Устойчивость ЛСАУ); разделу 4 (Качество ЛСАУ).

II. Виды и содержание учебных занятий.

Раздел 1. Введение в теорию управления.

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Лекция 1. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. История вопроса. Предмет науки Цели и задачи ТАУ и ТАР.
2. Понятия об управлении. Роль информации в управлении. Объект автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные сведения о САУ и САР.

Практические занятия – 2 часа.

Занятие 1. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

1. Принципы автоматического управления.
2. Функциональная схема САУ, САР.
3. Примеры функциональных схем.
4. Классификация САУ и САР.

Управление самостоятельной работой студента – 0.2 часа.

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Раздел 2. Математическое описание САУ, САР.

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Лекция 2. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Моделирование САУ и САР.
2. Разбиение САУ и САР на звенья.
3. Статические и динамические характеристики звеньев САУ. Уравнение звеньев.
4. Типы звеньев.
5. Примеры звеньев.

Практические занятия – 2 часа.

Занятие 2. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

1. Структурная схема САУ и САР.
2. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ. Примеры.

3. Примеры функциональных и структурных схем конкретных технических систем (СУ БР 8К-99, ЗУР В750 и С-300, ПТУР «Малютка», РВВ Р 3-С и др.).

Управление самостоятельной работой студента – 0.2 часа.

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ).

Теоретические занятия (лекции) – 14 часа.

Лекция 3. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Понятие ЛСАУ. Свойства ЛСАУ.
2. Передаточная функция ЛСАУ. Свойства передаточной функции

Лекция 4. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Разомкнутые ЛСАУ и ЛСАУ с обратной связью.
2. Переходная функция. Свойства переходной функции

Лекция 5. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции

1. Преобразование Фурье и Лапласа.
2. Свойства преобразования Лапласа.
3. Описание оригинала по известному изображению.
4. Изображения некоторых элементарных функций.

Лекция 6. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Решение линейных дифференциальных уравнений (ДУ) с постоянными коэффициентами методом операционного исчисления.
2. Решение интегральных уравнений методом операционного исчисления.

Лекция 7. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Весовая функция. Свойства весовой функции
2. Связь передаточной, переходной и весовой функций.

Лекция 8. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Примеры переходных и весовых функций.
2. Интеграл Дюамеля.

Лекция 9. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Частотные характеристики ЛСАУ.
2. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики.
3. Логарифмические амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики.
4. Годограф ЧХ (АФЧХ ЛСАУ).

Практические занятия – 4 часа.

Занятие 3. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

1. Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ).

1.1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала:

- а) пропорциональное;
- б) запаздывающие;
- в) дифференцирующее.

1.2. ТЗ, описываемые ДУ 1-го порядка:

- а) инерционно-дифференцирующее;
- б) инерциальное;
- в) интегрирующее;
- г) интегро-дифференцирующее.

1.3. ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка:

- а) колебательное;
- б) апериодическое.

Занятие 4. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ:

- а) последовательное; б) параллельное;

- в) параллельное с обратной связью;
- г) комбинированное.

Управление самостоятельной работой студента – 0.4 часа.

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ.

Теоретические занятия (лекции) - 14 часов.

Лекция 10. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Понятие устойчивости ЛСАУ.

Лекция 11. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Связь устойчивости с весовой функцией.

Лекция 12. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения.

Лекция 13. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Алгебраические критерии устойчивости:
 - а.) критерий Гурвица.
 - б.) критерий Рауса.

Лекция 14. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Частотные критерии устойчивости:
 - а) критерий Михайлова

Лекция 15. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Частотные критерии устойчивости:
 - б) критерий Найквиста.

Лекция 16. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Логарифмические критерии устойчивости.
2. **Практические занятия – 3 часа.**

Занятие 5 (1 час). Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:
Алгебраические критерии устойчивости.

Занятие 6. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:
Частотные критерии устойчивости

Управление самостоятельной работой студента – 0.5 часа.

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Раздел 5. Качество ЛСАУ.

Теоретические занятия (лекции) - 2 часа.

Лекция 17. Тип лекции – «информационная».

Структура и схема лекции:

1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.
1. Показатели качества переходного процесса
 - а) статическая точность; б) время переходного процесса и др.
2. Интегральные оценки качества ЛСАУ.

Практические занятия – 2 часа.

Занятие 7. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

Характеристики качества ЛСАУ, ЛСАР

1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.
2. Показатели качества переходного процесса
3. Интегральные оценки качества ЛСАУ.

Управление самостоятельной работой студента – 0.5 часа.

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР

Практические занятия – 2 часа.

Занятие 8. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

1. Основные сведения о методах синтеза САУ и САР.
2. Выбор последовательных корректирующих устройств
3. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей
4. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы

Управление самостоятельной работой студента – 0.2 часа..

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Раздел 7. Понятие о нелинейных системах.

Практические занятия – 2 часа.

Занятие 9. Изучение конкретных примеров и решение задач на тему:

1. Понятие о нелинейных системах. Типовые нелинейности.
2. Структурные схемы НСАУ.
3. Фазовое пространство.
4. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости.
5. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова).

Управление самостоятельной работой студента – 0.2 часа.

Форма управления самостоятельной работой студента – консультации по подготовке к практическим занятиям и освоению материала.

Домашнее задание

Примеры задач для домашнего задания представлены в Приложении 5.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 часа, из них 51 часов аудиторных занятий и 93 часа, 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 порядке проведения промежуточной аттестации студентов БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в п.4 Рабочей программы и в Приложении 5 к Рабочей программе.

Вид работы	Содержание (перечень вопросов)	Трудоемкость, час.	Рекомендации
1	2	3	4
Раздел 1. Введение в теорию управления.			
Подготовка к лекции № 1	Самостоятельное изучение вопросов: 1. История вопроса. Предмет науки Цели и задачи ТАУ и ТАР. 2. Понятия об управлении. Роль информации в управлении. Объект автоматического управления. Основные понятия и определения. Основные сведения о САУ и САР.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 1.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 1.</i>
Подготовка к практическому занятию № 1	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров на темы лекции: 1. Принципы автоматического управления. 2. Функциональная схема САУ, САР. 3. Примеры функциональных схем. 4. Классификация САУ и САР.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 1.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 1.</i>
Итого по разделу 1		5	
Раздел 2. Математическое описание САУ, САР.			
Подготовка к лекции № 2	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Моделирование САУ и САР. 2. Разбиение САУ и САР на звенья. 3. Статические и динамические характеристики звеньев САУ. Уравнение звеньев. 4. Типы звеньев. 5. Примеры звеньев.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i>
Подготовка к практическому занятию № 2	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Структурная схема САУ и САР. 2. Составление уравнений (в т. ч. дифференциальных) САУ.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления -

	Примеры. 3. Примеры функциональных и структурных схем конкретных технических систем (СУ БР 8К-99, ЗУР В750 и С-300, ПТУР «Малютка», РВВ Р 3-С и др.).		2-е изд. - М. : Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i>
Итого по разделу 2		6	
Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ).			
Подготовка к лекции № 3	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие ЛСАУ. Свойства ЛСАУ. 2. Передаточная функция ЛСАУ. Свойства передаточной функции	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М. : Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к лекции № 4	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Разомкнутые ЛСАУ и ЛСАУ с обратной связью. 2. Переходная функция. Свойства переходной функции	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к практическому занятию № 3	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Преобразование Фурье и Лапласа. 2. Свойства преобразования Лапласа. 1. Описание оригинала по известному изображению. 2. Изображения некоторых элементарных функций.	4	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М. : Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к практическому занятию № 4	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Решение линейных дифференциальных уравнений (ДУ) с постоянными коэффициентами методом операционного исчисления. 2. Решение интегральных уравнений методом операционного исчисления.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М. : Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к практическому занятию № 5	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Весовая функция. Свойства весовой функции 2. Связь передаточной, переходной и весовой функций.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М. : Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4

Подготовка к практическому занятию № 6	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Примеры переходных и весовых функций. 2. Интеграл Дюамеля.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления - СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к практическому занятию № 7	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Частотные характеристики ЛСАУ. 2. Амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. 3. Логарифмические амплитудно-частотная и фазочастотная характеристики. 4. Годограф ЧХ (АФЧХ ЛСАУ).	4	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления - СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к практическому занятию № 8	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ). 1.1. ТЗ, описываемые линейными алгебраическими уравнениями относительно выходного сигнала: а) пропорциональное; б) запаздывающие; в) дифференцирующее. 1.2. ТЗ, описываемые ДУ 1-го порядка: а) инерционно-дифференцирующее; б) инерциальное; в) интегрирующее; г) интегро-дифференцирующее. 1.3. ТЗ описываемые ДУ 2-го порядка: а) колебательное; б) апериодическое.	4	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления - СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 4
Подготовка к практическому занятию № 9	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ: а) последовательное; б) параллельное; в) параллельное с обратной связью; г) комбинированное.	3	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Р. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М.: Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 2.</i>
Итого по разделу 3		30	
Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ.			
Подготовка к лекции № 5	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие устойчивости ЛСАУ.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i>

			Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 9
Подготовка к лекции № 6	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Связь устойчивости с весовой функцией.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Малафеев С.И. Теория автоматического управления - 2-е изд. - М. : Академия, 2014. - 378 с. 28 экз. <i>Гл. 5.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 10
Подготовка к практическому занятию № 10	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Связь устойчивости с корнями характеристического уравнения.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 9
Подготовка к практическому занятию № 11	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Алгебраические критерии устойчивости: а.) критерий Гурвица. б.) критерий Рауса.	1	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 9
Подготовка к практическому занятию № 12	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Частотные критерии устойчивости: а) критерий Михайлова	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 10-11
Подготовка к практическому занятию № 13	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Частотные критерии устойчивости: б) критерий Найквиста.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 10-11
Подготовка к практическому занятию № 14	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Логарифмические критерии устойчивости.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i>
Подготовка к практическому занятию № 15	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Алгебраические критерии устойчивости.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 10-11
Подготовка к практическому занятию № 16	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: 1. Частотные критерии устойчивости.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i>

му занятию № 16	примеров и решение задач на тему: 1. Частотные критерии устойчивости		с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 10-11
	Подготовка ДЗ	5	
Итого по разделу 4		22	
Раздел 5. Качество ЛСАУ.			
Подготовка к лекции № 6 (1 час)	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 12
Подготовка к лекции № 7	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Показатели качества переходного процесса а) статическая точность; б) время переходного процесса и др. 2. Интегральные оценки качества ЛСАУ.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 2.</i>
Подготовка к практическому занятию № 17	Изучение теоретического материала, рассмотрение конкретных примеров и решение задач на тему: Характеристики качества ЛСАУ, ЛСАР 1. Запас устойчивости по фазе и амплитуде. 2. Показатели качества переходного процесса 3. Интегральные оценки качества ЛСАУ.	2	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Разд. 3.</i> Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 12.
Итого по разделу 5		6	
Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР.			
Подготовка к лекции № 8	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Основные сведения о методах синтеза САУ и САР. 2. Выбор последовательных корректирующих устройств 3. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей 4. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы	12	Бесекерский В.А., Е. П. Попов Теория систем автоматического управления - 4-е изд. - СПб.: Профессия, 2003-4. - 750 с. 231 экз. <i>Гл. 12.</i> Шишмарёв В.Ю. Теория автоматического управления - М.: Академия, 2012. - 351 с. 10 экз. <i>Гл. 9.</i>
Итого по разделу 6		12	
Раздел 7. Понятие о нелинейных системах.			
Подготовка к лекции № 9	Самостоятельное изучение вопросов: 1. Понятие о нелинейных системах. Типовые нелинейности. 2. Структурные схемы НСАУ. 3. Фазовое пространство. 4. Изображение процесса регулирования на фазовой плоскости. 5. Устойчивость НСАУ (теоремы Ляпунова).	12	Коробова И.Л. Теория автоматического управления – СПб.: БГТУ "ВОЕНМЕХ". - СПб.: 2011. - 170 с. 117 экз. elr01677.pdf. Л. 13, 14 Шишмарёв В.Ю. Теория автоматического управления - М.: Академия, 2012. - 351 с. 10 экз. <i>Гл. 11</i>
Итого по разделу 7		12	
	Итого по дисциплине	93 часа	

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	<p>Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.</p> <p>Наилучших результатов в изучении дисциплины можно достигнуть, стремясь полностью разобраться в материалах каждой лекции в процессе ее слушания.</p>
Практические занятия	<p>Проработка рабочей программы, обращая внимание на цели и задачи, структуру и содержание дисциплины. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы.</p> <p>При подготовке к практическому занятию рекомендуется повторить теоретические сведения по теме занятия. После проведения занятия с целью подготовки к контрольной работе а также наилучшего усвоения изученного материала рассмотреть дополнительные примеры и задачи, представленные в рекомендованных источниках. В случаях затруднений обращаться к преподавателю на очередном практическом занятии или на консультации.</p>
Домашнее задание	<p>Программой учебной дисциплины предусмотрено домашнее задание. Варианты домашних заданий представлены в приложении. Основные виды задач домашнего задания рассматриваются на практических занятиях. При подготовке к домашнему заданию рекомендуется повторение сведений из теории, самостоятельный разбор задач, рассмотренных на практических занятиях, изучение соответствующих тем по источникам основной и дополнительной литературы.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, практических заданий, основную и дополнительную литературу и др.</p> <p>Перечень теоретических вопросов к экзамену предоставляется преподавателем.</p>

**ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЗАДАНИЙ
(по видам СРС)**

Курсовая работа, домашние задания структурой дисциплины не предусмотрены.

ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- список вопросов для составления экзаменационных билетов и примеры формирования экзаменационных билетов приведены в УМК по дисциплине.
- список вопросов, обсуждаемых на практических занятиях по дисциплине по результатам выполнения заданий, по ответам на которые оцениваются знания по темам, приведены в УМК по дисциплине.
- комплект вариантов задач, выносимых на контрольную работу, размещены в составе УМК по дисциплине.

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	НОМЕРА РАЗДЕЛОВ	НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ	ВСЕГО	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ В КОНТАКТНОЙ ФОРМЕ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ	ФОРМИРУЕМАЯ КОМПЕТЕНЦИЯ		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
					ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	АУДИТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (СЕМИНАР)	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ		ОПК-2	ПК-2	
3	7	1	Лекционные занятия Раздел 1. Введение в теорию управления.	9	4	2	2	-	5	10%	10%	Вопросы по разделу дисциплины и темам практических занятий (ПЗ)
		2	Раздел 2. Математическое описание САУ, САР.	10	4	2	2	-	6	10%	10%	Вопросы по разделу дисциплины и темам ПЗ. Вопросы для экзамена.
		3	Раздел 3. Линейные САУ (ЛСАУ).	48	18	14	4	-	30	20%	20%	Вопросы по разделу дисциплины и темам ПЗ. Вопросы для экзамена.
		4	Раздел 4. Устойчивость ЛСАУ.	39	17	14	3	-	22	20%	20%	Вопросы по разделу дисциплины и темам ПЗ. Вопросы для экзамена.
		5	Раздел 5. Качество ЛСАУ.	10	4	2	2	-	6	20%	20%	Вопросы по разделу дисциплины и темам ПЗ. Вопросы для экзамена.
		6	Раздел 6. Введение в синтез САУ и САР.	14	2	-	2	-	12	10%	10%	Вопросы по разделу дисциплины и темам ПЗ. Вопросы для экзамена.

		7	Раздел 7. Понятие о нелинейных системах управления (НСАУ).	14	2	-	2	-	12	10%	10%	Вопросы по разделу дисциплины и темам ПЗ. Вопросы для экзамена.
			ВСЕГО ПО ДИСЦИПЛИНЕ	144	51	34	17	-	93	100%	100%	

Критерии оценивания

Текущий контроль.

Контрольные мероприятия проводятся в виде вопросов по соответствующим темам после прослушивания раздела дисциплины. Студент заранее извещается о дате проведения мероприятия и его теме. Студенту сообщается перечень вопросов, на которые он должен будет дать правильный ответ. Для принятия темы студент должен дать правильный ответ на не менее 50% заданных вопросов (количество задаваемых вопросов 3-5 в зависимости от темы). Примерный перечень соответствующих вопросов приведен ниже.

Примерный перечень задаваемых вопросов

Принципы управления

1. Что называется управлением?
2. Что называется автоматическим управлением?
3. Что называется системой автоматического управления?
4. Что является основной задачей автоматического управления?
5. Что называется объектом управления?
6. Что называется управляемой величиной?
7. Что называется управляющим органом?
8. Что называется чувствительным элементом?
9. Что такое входная и выходная величины?
10. Что называется управляющим воздействием?
11. Что называется возмущением?
12. Что называется отклонением от заданной величины?
13. Что называется управляющим устройством?
14. Что называется задающим устройством?
15. Что называется функциональной схемой и из чего она состоит?
16. В чем отличие сигнала от физической величины?
17. В чем суть принципа разомкнутого управления?
18. В чем суть принципа обратной связи?
19. Перечислите достоинства и недостатки принципов управления?
20. Какой частный случай управления называется регулированием?
21. В чем отличие систем прямого и непрямого регулирования?

Статический режим САУ

1. Перечислите и дайте краткую характеристику основных видов САУ?
2. Что называется статическим режимом САУ?
3. Что называется статическими характеристиками САУ?
4. Что называется уравнением статики САУ?
5. Что называется коэффициентом передачи, в чем отличие от коэффициента усиления?
6. В чем отличие нелинейных звеньев от линейных?
7. Как построить статическую характеристику нескольких звеньев?
8. В чем отличие астатических звеньев от статических?
9. В чем отличие астатического регулирования от статического?
10. Как сделать статическую САУ астатической?
11. Что называется статической ошибкой регулятора, как ее уменьшить?
12. Что называется статизмом САУ?
13. Назовите достоинства и недостатки статического и астатического регулирования?

Динамический режим САУ

1. Какой режим САУ называется динамическим?
2. Что называется регулированием?
3. Назовите возможные виды переходных процессов в САУ. Какие из них являются допустимыми для нормальной работы САУ?
4. Что называется уравнением динамики? Каков его вид?
5. Как провести теоретическое исследование динамики САУ?
6. Что называется линеаризацией?

7. В чем геометрический смысл линеаризации?
8. В чем состоит математическое обоснование линеаризации?
9. Почему уравнение динамики САУ называется уравнением в отклонениях?
10. Справедлив ли для уравнения динамики САУ принцип суперпозиции? Почему?
11. Как звено с двумя и более входами представить схемой, состоящей из звеньев с одним входом?
12. Запишите линеаризованное уравнение динамики в обычной и в операторной формах?
13. В чем смысл и какими свойствами обладает дифференциальный оператор p ?
14. Что называется передаточной функцией звена?
15. Запишите линеаризованное уравнение динамики с использованием передаточной функции. Справедлива ли эта запись при ненулевых начальных условиях? Почему?
16. Что называется динамическим коэффициентом усиления звена?
17. Что называется характеристическим полиномом звена?
18. Что называется нулями и полюсами передаточной функции?
19. Что называется динамическим звеном?
20. Что называется структурной схемой САУ?
21. Что называется элементарными и типовыми динамическими звеньями?
22. Как сложную передаточную функцию разложить на передаточные функции типовых звеньев?

Структурные схемы САУ

1. Перечислите типичные схемы соединения звеньев САУ?
2. Как преобразовать цепь последовательно соединенных звеньев к одному звену?
3. Как преобразовать цепь параллельно соединенных звеньев к одному звену?
4. Как преобразовать обратную связь к одному звену?
5. Что называется прямой цепью САУ?
6. Что называется разомкнутой цепью САУ?
7. Как перенести сумматор через звено по ходу и против движения сигнала?
8. Как перенести узел через звено по ходу и против движения сигнала?
9. Как перенести узел через сумматор по ходу и против движения сигнала?
10. Как перенести сумматор через сумматор по ходу и против движения сигнала?
11. Как перенести узел через сумматор и сумматор через узел по ходу и против движения сигнала?

Временные характеристики

1. Что называется и какие Вы знаете типовые входные воздействия? Для чего они нужны?
2. Что называется переходной характеристикой?
3. Что называется импульсной переходной характеристикой?
4. Что называется временными характеристиками?
5. Как получить кривую переходного процесса при сложной форме входного воздействия, если известна переходная характеристика звена?
6. Что называется безынерционным звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
7. Что называется интегрирующим звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
8. Что называется аperiodическим звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
9. Что называется колебательным звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
10. Что называется консервативным звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?
11. Что называется идеальным дифференцирующим звеном? Почему его нельзя реализовать?
12. Что называется реальным дифференцирующим звеном, его уравнение динамики, передаточная функция, вид переходной характеристики?

Частотные характеристики

1. Что называется частотными характеристиками?
2. Как получить частотные характеристики опытным путем?
3. Как получить частотные характеристики теоретическим путем по известной передаточной функции звена?
4. Что такое и как получить АФЧХ?
5. Что такое и как получить АЧХ?
6. Что такое и как получить ФЧХ?
7. Что такое и как получить ЛАЧХ?
8. Что такое и как получить ЛФЧХ?
9. Как построить годограф АФЧХ?
10. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ безынерционного звена.
11. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ интегрирующего звена.
12. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ аperiodического звена.
13. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ колебательного звена.
14. Постройте АФЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ консервативного звена.

15. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ идеального дифференцирующего звена.
16. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ идеального форсирующего звена.
17. Как изменятся ЛАЧХ и ЛФЧХ звена, если коэффициент усиления возрастет в 100 раз?
18. Для чего служит правило зеркала.

ЧХ разомкнутых САУ

1. Что представляет собой разомкнутая одноконтурная САУ?
2. Почему для построения ЧХ разомкнутых одноконтурных САУ удобно пользоваться логарифмическими характеристиками?
3. Чем отличается ЛФЧХ от ФЧХ?
4. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ САУ с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{10(p+1)}{(0,01p^2 + 0,1p + 1)(10p + 1)}$$

5. Постройте ЛАЧХ и ЛФЧХ САУ с передаточной функцией

$$W(p) = \frac{0,1}{p(0,01p^2 + 0,1p + 1)}$$

6. Как определить уравнение динамики реального звена, если не известен его механизм, но известно как задать входное воздействие и как померить выходное?
7. Что называется законом регулирования?
8. Как реализовать пропорциональный закон регулирования?
9. Зачем в регулятор добавляют дифференцирующие и форсирующие звенья?
10. Зачем в регулятор добавляют интегрирующие звенья?

Алгебраические критерии устойчивости

1. Что понимают под устойчивостью САУ в малом и в большом?
2. Какой вид имеет решение уравнения динамики САУ?
3. Как найти вынужденную составляющую решения уравнения динамики САУ?
4. Какой вид имеет свободная составляющая решения уравнения динамики САУ?
5. Что такое характеристическое уравнение?
6. Какой вид имеют корни характеристического уравнения?
7. Как связаны корни характеристического уравнения с устойчивостью ЛСАУ?
8. Чем отличаются правые и левые корни характеристического уравнения?
9. Сформулируйте условие устойчивости ЛСАУ.
10. Сформулируйте условие устойчивости систем по Ляпунову.
11. Что такое граница устойчивости?
12. Что такое критерии устойчивости?
13. Сформулируйте условие устойчивости ЛСАУ.
14. Сформулируйте критерий Рауса.
15. Сформулируйте критерий Гурвица.
16. В чем достоинства и недостатки алгебраических критериев устойчивости?

Частотные критерии устойчивости

1. Что называется частотными критериями устойчивости САУ?
2. В чем преимущество частотных критериев устойчивости перед алгебраическими?
3. Сформулируйте критерий устойчивости Михайлова.
4. Сформулируйте критерий устойчивости Найквиста.
5. Сформулируйте логарифмический критерий устойчивости.

Запас устойчивости

1. Какие САУ считаются структурно устойчивыми и структурно неустойчивыми?
2. В каком квадранте уходит в бесконечность АФЧХ разомкнутой САУ если порядок астатизма равен трем? Является ли такая САУ структурно устойчивой в замкнутом состоянии?
3. Как сделать устойчивой структурно неустойчивую САУ?
4. Что называется запасом устойчивости по амплитуде (модулю)?
5. Что называется запасом устойчивости по фазе?
6. Что называется частотой среза?
7. Сформулируйте критерий Найквиста для логарифмических характеристик.

Интегральные методы оценки качества САУ

1. Как влияет на качество управления близость корня характеристического полинома САУ к мнимой оси комплексной плоскости?
2. Как влияет на качество управления угол раскрытия трапеции области корней?
3. Как определить степень устойчивости САУ?

4. Как определить колебательность САУ?
5. Как можно вычислить время переходного процесса, зная как расположены корни характеристического полинома на комплексной плоскости?
6. Что называется интегральными критериями качества САУ?
7. Как определить линейную и квадратичную оценки качества управления?
8. В чем недостатки линейной и квадратичной оценок качества управления?

Рубежный контроль

Рубежная аттестация студентов производится по итогам половины семестра в форме выполнения домашнего задания.

Результаты выполнения домашнего задания оцениваются по четырехбалльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Каждая контрольная работа включает в себя два вопроса (задачи). Для получения оценки «удовлетворительно» необходимо полное и правильное решение хотя бы одной задачи. Более высокая оценка формируется с учетом результатов решения второй задачи.

Если в плановый срок проведения контрольной работы в соответствии с графиком контрольных мероприятий студентом получена оценка не ниже «удовлетворительно», ему зачитываются все темы этой контрольной работы. При отсутствии положительной оценки в плановый срок студенту необходимо полностью или частично переписывать контрольную работу в часы плановых консультаций и приема задолженностей вплоть до успешного решения хотя бы одной задачи по каждой предусмотренной для нее теме.

Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

2.1. Примеры задач для домашнего задания.

ДЗ проводится по темам разделов 3 – 5: Типовые звенья ЛСАУ (ТЗ ЛСАУ). Соединение звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ, Передаточные, весовые, переходные функции, ЧХ, АЧХ, ФЧХ, ЛАЧХ, ЛФЧХ, Устойчивость ЛСАУ, Качество ЛСАУ.

1. Найти передаточную функцию звена, зная, что ее весовая функция:

$$w(t) = k(e^{-at} - e^{-bt}), \text{ где } a, b - \text{вещественные числа.}$$

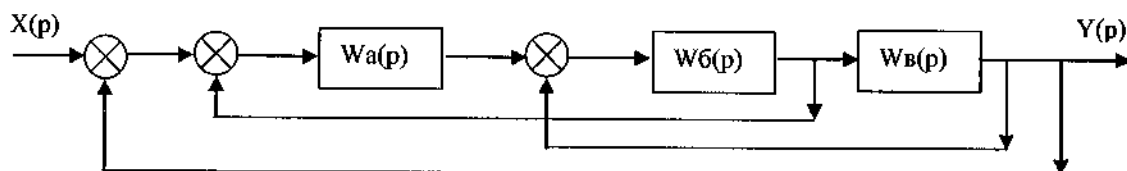
2. Найти переходную функцию звена, имеющего передаточную функцию:

$$W(p) = k / (p - a), \text{ где } a > 0$$

3. Найти передаточную функцию инерционного звена, охваченного обратной связью. Причем, передаточная функция обратной связи равна:

$$W_{\text{обр. связи}}(p) = k_0 p$$

4. Найти эквивалентную передаточную функцию ЛСАУ, структурная схема которой приведена на рис.



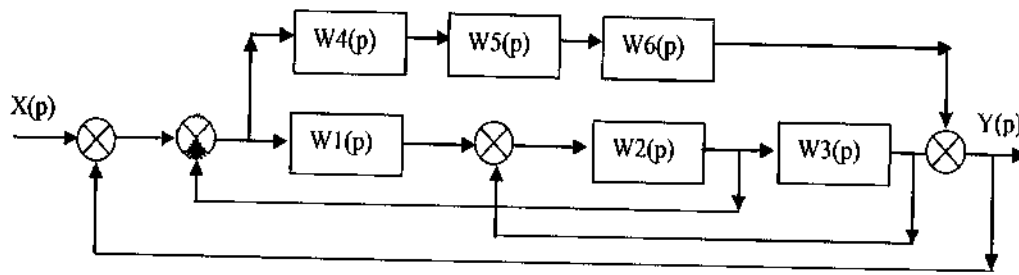
5. Найти дифференциальное уравнение ЛСАУ, структурная схема которого приведена на рис.п. 4:

$$W_a(p) = k_1 / (Tp + 1)$$

$$W_б(p) = k_2 / p$$

$$W_в(p) = k_3$$

6. Найти эквивалентную передаточную функцию ЛСАУ, структурная схема которой приведена на рис.



$$W1(p) = k_1 / (Tp + 1)$$

$$W2(p) = k_2 / p$$

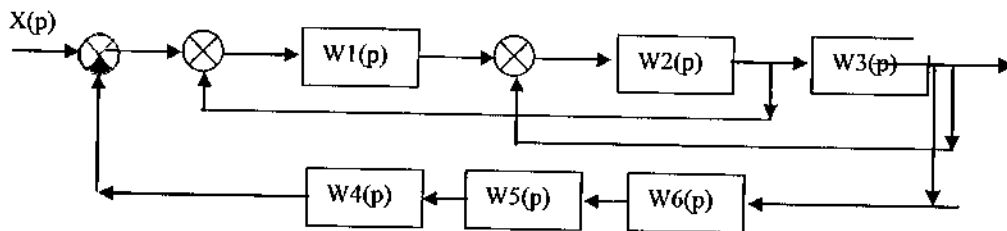
$$W3(p) = k_3$$

$$W4(p) = k(Tp + 1)^2$$

$$W5(p) = kp / (Tp + 1)$$

$$W6(p) = k / (Tp + 1)$$

7. Найти эквивалентную передаточную функцию ЛСАУ, структурная схема которой приведена на рис.



$$W1(p) = k_2 / p$$

$$W2(p) = k_3$$

$$W3(p) = k / p^2$$

$$W4(p) = k / [(p - 2)(p + 3)]$$

$$W5(p) = k(Tp + 1)^2$$

$$W6(p) = k / (Tp + 1)$$

8. Найти дифференциальное уравнение ЛСАУ, структурная схема которого приведена на рис. п. 6:

$$W1(p) = k / (Tp + 1)$$

$$W2(p) = kp^2$$

$$W3(p) = k / p$$

$$W4(p) = k_1 / (Tp + 1)$$

$$W5(p) = k_2 / p$$

$$W6(p) = k_3$$

9. Найти для заданной передаточной функции $W(p)$ выражения для

а.) фазо-частотной характеристики (ФЧХ);

б.) логарифмической ФЧХ (ЛФЧХ)

16.1. $W(p) = k(Tp + 1)^2$

16.2. $W(p) = kp / (Tp + 1)$

16.3. $W(p) = k / (Tp + 1)$

16.4. $W(p) = k(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)$ $T_1 > T_2$

16.5. $W(p) = k / [p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)]$;

16.6. $W(p) = k / [T_1 T_2 p^3 + (T_1 + T_2)p^2 + p + 4]$;

16.7. $W(p) = kp^2$

10. Найти для заданной передаточной функции $W(p)$ выражения для

- а.) амплитудно-частотной характеристики (АЧХ);
- б.) логарифмической АЧХ (ЛАЧХ)

17.1. $W(p) = kp^2$

17.2. $W(p) = k(Tp + 1)$

17.3. $W(p) = k / p$

17.4. $W(p) = k$

17.5. $W(p) = k / [p(T_1p + 1)(T_2p + 1)]$

17.6. $W(p) = kp / (Tp + 1)$

17.7. $W(p) = k(T_1p + 1)(T_2p + 1) \quad T_1 > T_2$

11. Найти для заданной передаточной функции $W(p)$ выражения для

- а.) фазо-частотной характеристики (ФЧХ);
- б.) амплитудно-частотной характеристики (АЧХ);
- в.) построить годограф вектора комплексной частотной функции (амплитудно-фазовой частотной характеристики - АФЧХ)

18.1. $W(p) = kp$

18.2. $W(p) = k / p^2$

12. Найти для типового «дифференцирующего звена», охваченного отрицательной обратной связью, следующие характеристики:

- а.) передаточную функцию;
- б.) переходную функцию;
- в.) весовую функцию;
- г.) частотную функцию (ЧХ);
- д.) АЧХ;
- е.) ФЧХ;
- ж.) ЛАЧХ;
- з.) ЛФЧХ;

13. Задание п. № 9 для типового «инерционного звена»;

14. Задание п. № 9 для типового «интегрирующего звена»;

15. Задание п. № 9 для типового «инерционно-дифференцирующего звена»;

16. Определить устойчивость системы, имеющей характеристическое уравнение:

а.) $7p^3 + 2p^2 - 4p + 1 = 0$

б.) $4p^3 - 7p^2 - 3p + 10 = 0$

в.) $2p^4 + 4p^3 + 3p^2 - 5p + 2 = 0$

г.) $p^3 + 2p^2 + 2p + 8 = 0$

д.) $p^4 + 4p^3 + 4p + 2 = 0$

17. Определить устойчивость системы, описываемой следующим уравнением:

а.) $\frac{d^3 y(t)}{dt^3} + 2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 2 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 2 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} - \frac{dx(t)}{dt} + 4x(t)$

б.) $4 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} - 5 \frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = 9 \frac{dx(t)}{dt} - 5x(t)$

в.) $2 \frac{d^3 y(t)}{dt^3} + 8 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} + \frac{dy(t)}{dt} - 2y(t) = -6 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} - \frac{dx(t)}{dt} - 4x(t)$

г.) $\frac{d^3 y(t)}{dt^3} + 4 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} - 4 \frac{dy(t)}{dt} + 4y(t) = 3 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} + 6 \frac{dx(t)}{dt} + 7x(t)$

д.) $8 \frac{d^3 y(t)}{dt^3} - 2 \frac{d^2 y(t)}{dt^2} - 2 \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = 2 \frac{d^2 x(t)}{dt^2} - \frac{dx(t)}{dt} + 4x(t)$

18. Передаточная функция САУ имеет вид

$$W(p) = \frac{K}{T_1 T_2 p^3 + (T_1 + T_2) p^2 + p + 4}$$

Используя критерий Михайлова исследовать устойчивость системы при $K=50$ (1+с); $T_1=0,1$ (с); $T_2=0,02$ (с).

19. Используя критерий Найквиста определить устойчивость замкнутой системы, если передаточная функция разомкнутой системы равна:

а.) $W(p) = k(Tp + 1)^2$

б.) $W(p) = kp / (Tp + 1)$

в.) $W(p) = k / (Tp + 1)$

г.) $W(p) = k(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)$

д.) $W(p) = kp^2$

е.) $W(p) = k(Tp + 1)$

ж.) $W(p) = k / p$

з.) $W(p) = k$

и.) $W(p) = kp$

к.) $W(p) = k / p^2$

л.) $W(p) = k / [(p + 2)(p + 3)]$

м.) $W(p) = k / [(p - 2)(p + 3)]$

20. Исследовать устойчивость замкнутой системы, если передаточная функция разомкнутой системы равна:

$$W(p) = k / [p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)]$$

а). используя критерий Гурвица;

б). используя критерий Рауса;

в). используя критерий Михайлова;

г). используя критерий Найквиста;

д). используя логарифмический критерий;

21. Структурная схема системы управления статически устойчивого летательного аппарата по углу тангажа приведена на рис.. Коэффициенты передачи $K_1=1$, $K_2=5$; постоянные времени $T_1=5\text{с}$, $T_2=2\text{с}$. приведена на рис.

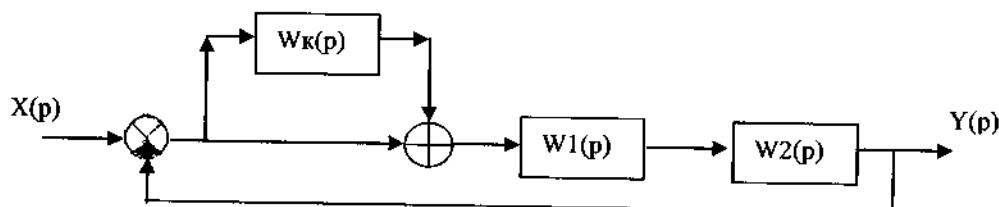
Определить :

а.) устойчивость системы без корректирующего звена W_k ;

б.) величину постоянной времени корректирующего звена τ из условия устойчивости.

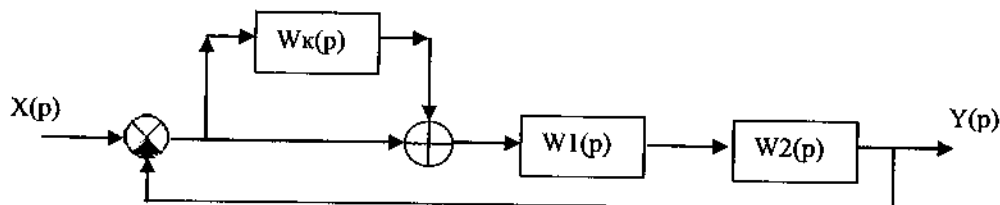
Причем передаточные функции звеньев равны:

$$W_1(p) = k_1/(T_1 p + 1); \quad W_2(p) = k_2/(T_2^2 p^2 + 1); \quad W_k(p) = \tau.$$



22. Структурная схема системы управления жесткого статически неустойчивого летательного аппарата по углу тангажа приведена на рисунке. Постоянная времени рулевого привода $T_1=0,5\text{с}$, постоянная времени объекта $T_2=2\text{с}$.

Определить величину постоянной времени корректирующего звена τ и общего коэффициента усиления разомкнутой системы $K=K_1 \cdot K_2$ из условия обеспечения устойчивости системы.

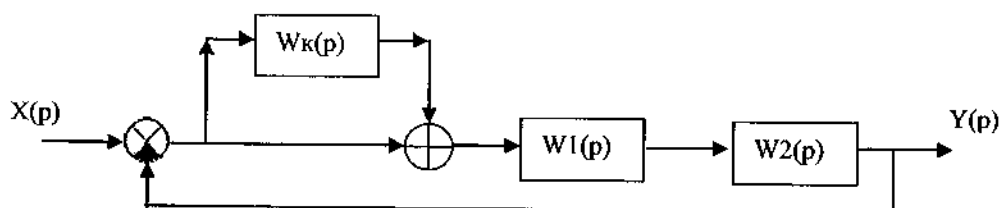


Причем передаточные функции звеньев равны:

$$W_1(p) = k_1/(T_1 p + 1); \quad W_2(p) = k_2/(T_2^2 p^2 - 1); \quad W_k(p) = \tau.$$

23. Структурная схема системы управления жесткого статически неустойчивого летательного аппарата по углу тангажа приведена на рис.. Постоянная времени рулевого привода $T_1=0,5\text{с}$, постоянная времени объекта $T_2=2\text{с}$.

Определить величину постоянной времени корректирующего звена τ и общего коэффициента усиления разомкнутой системы $K=K_1 \cdot K_2$ из условия обеспечения устойчивости системы.



Причем передаточные функции звеньев равны:

$$W_1(p) = k_1/(T_1 p + 1); \quad W_2(p) = k_2/(T_2^2 p^2 - 1); \quad W_k(p) = \tau.$$

Промежуточный контроль проводится в форме экзамена.

Критерии оценивания:

Требования, предъявляемые к студенту для положительной оценки знаний на экзамене.

Оценка “Отлично” выставляется студенту, прочно усвоившему программный материал, исчерпывающе, грамотно и логически стройно его излагающему. При этом студент не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с литературой, правильно обосновывает принятые решения.

Оценка “Хорошо” выставляется студенту, знающему программный материал, грамотно и по существу излагающему его, который не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка “Удовлетворительно” выставляется студенту, который имеет знания только основного материала, но не усвоил деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении программного материала.

Оценка “Неудовлетворительно” выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями пытается ответить на вопросы.

Перечень вопросов, выносимых на экзамен.

1. Основные понятия теории автоматического управления. (Понятие об управлении. Роль информации в управлении. Объекты автоматического управления. Задачи теории автоматического управления.).
2. Принципы автоматического управления.
3. Функциональная схема системы автоматического управления.
4. Классификация САУ. Примеры САУ, САР.
5. Математическое описание САУ и САР. Моделирование САУ и САР. Разбиение САУ и САР на звенья. Статические и динамические характеристики звеньев САУ и САР.
6. Математическое описание САУ и САР. Моделирование САУ и САР. Примеры составления дифференциальных уравнений звеньев САУ и САР. Составление дифференциальных уравнений САУ и САР в целом.
7. Линейные системы автоматического управления и регулирования (ЛСАУ и ЛСАР). Общие сведения. Передаточная функция ЛСАУ и ЛСАР.
8. Передаточная функция ЛСАУ и ЛСАР. Свойства передаточной функции. Интеграл Дюамеля.
9. Переходная функция ЛСАУ и ЛСАР и ее свойства.
10. Весовая функция ЛСАУ и ЛСАР и ее свойства.
11. Частотные и логарифмические характеристики ЛСАУ и ЛСАР.
12. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Пропорциональное звено и его характеристики.
13. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Запаздывающее звено и его характеристики.
14. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Дифференцирующее звено и его характеристики.
15. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Инерционно-дифференцирующее звено и его характеристики.
16. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Инерционное звено и его характеристики.
17. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Интегрирующее звено и его характеристики.
18. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Интегро-дифференцирующее звено и его характеристики.
19. Типовые звенья ЛСАУ и ЛСАР. Колебательное звено и его характеристики.
20. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Последовательное соединение звеньев.
21. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Параллельное соединение звеньев.
22. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Параллельное соединение звеньев с обратной связью.
23. Соединения звеньев и преобразование структурных схем ЛСАУ и ЛСАР. Комбинированное соединение звеньев. Правила преобразования структурных схем
24. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Основные понятия и определения.
25. Взаимосвязь устойчивости ЛСАУ и ЛСАР с весовой функцией.
26. Связь устойчивости ЛСАУ и ЛСАР с корнями характеристического уравнения.

27. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Алгебраические критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Гурвица.
28. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Алгебраические критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Рауса.
29. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Частотные критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Михайлова.
30. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Частотные критерии устойчивости ЛСАУ и ЛСАР. Критерий Найквиста.
31. Устойчивость ЛСАУ и ЛСАР. Логарифмические критерии устойчивости.
32. Исследование качества ЛСАУ и ЛСАР. Показатели качества переходного процесса.
33. Исследование качества ЛСАУ и ЛСАР. Запас устойчивости по фазе и амплитуде.
34. Интегральные характеристики качества ЛСАУ и ЛСАР
35. Нелинейные САУ. Особенности НСАУ. Метод линеаризации. Устойчивость НСАУ. Теоремы Ляпунова.
36. Нелинейные САУ. Фазовое пространство, фазовая траектория и фазовый портрет
37. Синтез систем регулирования. Выбор последовательных корректирующих устройств.
38. Синтез систем регулирования. Выбор параллельных корректирующих устройств в виде обратных связей.
39. Синтез систем регулирования. Построение желаемой ЛАЧХ скорректированной системы.
40. Синтез систем регулирования. Корректирующие звенья. Их типы и реализация.

СПРАВКА

о наличии в библиотеке БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова учебной литературы
(справка является неотъемлемой частью УМК дисциплины)

1. Наименование дисциплины: «Теория автоматического управления»

2. Кафедра: А1 Ракетостроения

3. Перечень основной учебной литературы:

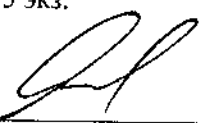
1. **Бесекерский, Виктор Антонович.** Теория систем автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2003. - 750 с. : ил, граф. - (Специалист). - Загл. обл. : Линейные системы. - : Нелинейные системы. - : Импульсивные системы. - : Цифровые и адаптивные системы. - : Критерии устойчивости. - : Случайные процессы. - Библиогр.: с. 744 - 747. - Приложение : с. 741 - 743. - Об авторах : с. 748 - 749. - ISBN 5-93913-035-6, 170 экз.
2. **Малафеев, Сергей Иванович.** Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / С. И. Малафеев, А. А. Малафеева. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Академия, 2014. - 378 с. : схемы, граф. - (Высшее образование. Электротехника) (Бакалавриат). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 374-375. - ISBN 978-5-4468-0230-2 : 30 экз.
3. **Коробова, Иранда Леонидовна.** Теория автоматического управления [Текст] : курс лекций [для вузов] / И. Л. Коробова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2011. - 170 с. : граф., схемы. - Библиогр.: с. 168. 115 экз.
4. **Коробова, Иранда Леонидовна.** Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : курс лекций [для вузов] / И. Л. Коробова ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2011. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01677.pdf. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-85546-629-4
5. **Шишмарёв, Владимир Юрьевич.** Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв. - М. : Академия, 2012. - 351 с. : граф., схемы, табл. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление) (Бакалавриат). - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 346-347. - Услов. обознач.: с. 5-6. - Контр. вопросы: в конце глав. - ISBN 978-5-7695-9139-6 : 618. 12 экз.
6. **Емельянов, Валентин Юрьевич.** Основы теории управления [Текст] : тексты лекций [для вузов] / В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - СПб. : [б. и.], 2016. - 169 с. : граф., схемы, табл. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-85546-955-4 : 75 экз
7. **Емельянов, Валентин Юрьевич.** Основы теории управления [Электронный ресурс] : тексты лекций [для вузов] / В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов ; БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr02465.pdf. - Библиогр.: с. 168. - ISBN 978-5-85546-955-4

4. Перечень дополнительной литературы:

1. **Певзнер, Леонид Давидович.** Теория систем управления [Текст] : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. - Изд. 2-е, испр. и доп. - СПб. : Лань, 2018. - 420 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Об авт.: послед. с. обл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 412. - Упражн.: в конце глав. - Прил.: с. 388-411. - Предмет. указ.: с. 413-417. - ISBN 978-5-8114-1566-3 : 10 экз.
2. **Певзнер, Леонид Давидович.** Теория систем управления [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Л. Д. Певзнер. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 424 с. - (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/68469> (дата обращения: 12.01.2021)
3. **Ким, Дмитрий Петрович.** Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник [Электронный ресурс] : учебное пособие для академического бакалавриата / Д. П. Ким. - 2-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2020. - 331 с. - (ЭБС Юрайт) (Высшее образование). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <http://www.urait.ru/bcode/452303> (дата обращения: 10.09.2020)

4. **Ким, Дмитрий Петрович.** Теория автоматического управления. Линейные системы [Электронный ресурс] : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. - 3-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - Москва : Юрайт, 2020. - 311 с. - (ЭБС Юрайт) (Высшее образование). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/452242> (дата обращения: 26.11.2020).
5. **Попов, Евгений Павлович.** Теория линейных систем автоматического регулирования и управления [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. П. Попов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. - 301 с. : граф., рис., схемы. - Библиогр.: с. 300-301. - Приложения: с. 286-299. - ISBN 5-02-014112-7 18 экз.
6. **Теория автоматического управления** [Текст] : учебник для вузов : в 2 ч. / ред. А. А. Воронов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 1986. **Ч. 1** : Теория линейных систем автоматического управления / Н. А. Бабаков [и др.]. - 367 с. : граф., рис., схемы, табл. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 362-365. 18 экз.
7. **Ерофеев, Анатолий Александрович.** Теория автоматического управления [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Политехника, 2003. - 1 эл. жестк. диск : граф., схемы, табл. - (Учебник для вузов). - Электрон. версия печ. публикации \lib_server\elres\elr01157.djvu. - Библиогр.: с. 300. - Приложение: с. 299. - ISBN 5-7325-0529-6
8. **Ерофеев, Анатолий Александрович.** Теория автоматического управления [Текст] : учебник для вузов / А. А. Ерофеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2003. - 302 с. : граф., рис., табл., портр. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 300. - Приложение : с. 299. - Памяти автора в начале книги. - ISBN 5-7325-0529-6 135 экз.
9. **Теория автоматического управления** [Текст] : учебник для вузов / С. Е. Душин [и др.] ; ред. В. Б. Яковлев. - М. : Высшая школа, 2003. - 567 с. : граф., ил., табл. - КОПИРОВАНИЕ ЗАПРЕЩЕНО. - Библиогр.: с. 563 - 567. - ISBN 5-06-004096-8 33 экз.
10. **Иванов, Юрий Дмитриевич.** Теоретические основы автоматического управления [Текст] : сборник задач / Ю. Д. Иванов, А. М. Потапов, Б. П. Родин ; Ленингр. мех. ин-т. - Л. : [б. и.], 1990. - 75 с. : табл. - Библиогр.: с. 73. - Вопросы для самопроверки в конце контрольных работ. 72 экз.
11. **Мирошник, Илья Васильевич.** Теория автоматического управления. Линейные системы [Текст] : учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - М. ; СПб. ; Нижний Новгород : Питер, 2005. - 334 с. : ил. - (Учебное пособие). - Библиогр.: с. 326-327. - Список сокращений и обозначений: с. 11-12. - Предметный указ.: с. 328-333. - Об авторе на обл. - ISBN 5-469-00350-7 20 экз.
12. **Математические основы теории автоматического управления** [Текст] : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 2 / В. А. Иванов [и др.] ; ред. Б. К. Чегодамов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 615 с. : граф., схемы. - Авторы указ. на обороте тит. листа. - Библиогр.: с. 605-606. - Предмет. указ.: с. 607-609. - ISBN 978-5-7038-3174-8. - ISBN 978-5-7038-2807-6 22 экз.
13. **Математические основы теории автоматического управления** [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов : в 3 т. Т. 2 / В. А. Иванов [и др.] ; ред. Б. К. Чегодамов. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Электрон. текстовые дан. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 615 с. - (ЭБС Айбукс). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://ibooks.ru/bookshelf/364101/reading> (дата обращения: 09.12.2020). - Текст: электронный.
14. **Гайдук, Анатолий Романович.** Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - 5-е изд., испр. и доп. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : Лань, 2019. - 464 с. - (ЭБС Лань). - Загл. с титул. экрана. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125741> (дата обращения: 02.09.2020).
15. **Гайдук, Анатолий Романович.** Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB [Текст] : учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е. Беляев, Т. А. Пьявченко. - Изд. 5-е, испр. и доп. - СПб. : Лань, 2019. - 463 с. : граф., схемы, табл. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Библиогр.: с. 459. - Прил.: с. 396-411. - Ответы: с. 412-458. - Тем. указ. задач: с. 460-463. - ISBN 978-5-8114-4200-3 : 15 экз.

Директор библиотеки



/ Сесина Н.В./

« ____ » _____ 2020 г.