

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

 Юнаков Л. П.
 (подпись) ФИО
 «___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Направление/специальность подготовки	24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники
Специализация/профиль/программа подготовки	Проектная баллистика ракет и космических систем
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	А Ракетно-космической техники
Выпускающая кафедра	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
Кафедра-разработчик рабочей программы	А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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	4	144	68	34	17	17	76	0	0	76	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена

на заседании кафедры-разработчика

рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Заведующий кафедрой Толпегин О.А., д.т.н., проф.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
ПСК-5 — способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА
ПСК-6 — способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-1

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи линейных систем управления летательных аппаратов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи линейных систем управления летательных аппаратов;
- знать принципы и методы построения математических моделей линейных систем автоматического управления (САУ), передаточные функции и частотные характеристики линейных САУ летательных аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности линейных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, синтез корректирующих устройств;

умения:

теоретически и практически уметь –

- составлять математические модели линейных САУ летательных аппаратов;
- выполнять анализ линейных САУ частотными методами;
- проводить исследование линейных САУ методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества линейных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в линейных системах управления летательными аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

- математическим аппаратом теории непрерывных линейных САУ;
- методами анализа устойчивости и точности непрерывных линейных САУ.

ПСК-5

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи линейных систем управления летательных аппаратов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи линейных систем управления летательных аппаратов;
- знать принципы и методы построения математических моделей линейных систем автоматического управления (САУ), передаточные функции и частотные характеристики линейных САУ летательных аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности линейных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, синтез корректирующих устройств;

умения:

теоретически и практически уметь –

- составлять математические модели линейных САУ летательных аппаратов;
- выполнять анализ линейных САУ частотными методами;
- проводить исследование линейных САУ методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества линейных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в линейных системах управления летательными аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

- математическим аппаратом теории непрерывных линейных САУ;
- методами анализа устойчивости и точности непрерывных линейных САУ.

ПСК-6

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи линейных систем управления летательных аппаратов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи линейных систем управления летательных аппаратов;
- знать принципы и методы построения математических моделей линейных систем автоматического управления (САУ), передаточные функции и частотные характеристики линейных САУ летательных аппаратов;

• знать методы анализа устойчивости и точности линейных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, синтез корректирующих устройств;

умения:

теоретически и практически уметь –

- составлять математические модели линейных САУ летательных аппаратов;
- выполнять анализ линейных САУ частотными методами;
- проводить исследование линейных САУ методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества линейных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в линейных системах управления летательными аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

- математическим аппаратом теории непрерывных линейных САУ;
- методами анализа устойчивости и точности непрерывных линейных САУ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЯЗЫКЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ, ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ДИНАМИКЕ ПОЛЕТА, ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ПАРАМЕТРОВ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТАУ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ОПК-8 — Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения
- 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 определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ПСК-5	ПСК-6
3	6	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления. 1.1.Общее понятие о системе и её составе, типовая функциональная схема САУ. Состав и назначение элементов САУ. Фундаментальные принципы управления. Классификация автоматических систем в зависимости от характера изменения управляющего воздействия. 1.2.Основные способы математического описания систем управления. Дифференциальные уравнения САУ. Линеаризация уравнений. Использование экспериментальных характеристик. Примеры составления и линеаризации уравнений элементов САУ. 1.3.Понятие о линейной стационарной системе и её передаточной функции. Типовые динамические звенья. 1.4.Временные характеристики: импульсная и переходная функции линейной стационарной системы, способы их получения. Определение импульсной переходной функции моделированием. 1.5.Связь между характеристиками линейных стационарных систем. Определение реакции САУ на произвольное воздействие через временные характеристики. 1.6.Классификация динамических звеньев. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Звено чистого запаздывания. 1.7.Передаточная функция линейной стационарной системы. Структурная схема системы. Построение и преобразование структурных схем.	39	19	10	4	5	20	30	30	30
3	6	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы. 2.1.Физический смысл частотной характеристики. Способы представления частотных характеристик. 2.2.Амплитудно-фазовые и логарифмические частотные характеристики (ЛЧХ) типовых звеньев. 2.3.ЛЧХ разомкнутых одноконтурных систем. Примеры построения ЛЧХ цепочки последовательно соединенных звеньев. 2.4.Алгоритм построения асимптотических ЛЧХ систем. Примеры построения.	46	20	10	4	6	26	30	30	30
3	6	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления. 3.1. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие об устойчивости линейной стационарной системы, необходимое и достаточное условие асимптотической устойчивости. 3.2. Алгебраические критерии асимптотической устойчивости. 3.3. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова. 3.4.Амплитудно-фазовый критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости. Обобщение критерия Найквиста на астатические системы. 3.5. Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение запасов устойчивости. 3.6. Оценка качества регулирования по переходной функции. Корневые методы оценки качества регулирования. 3.7.Оценка точности систем управления при степенных воздействиях. Коэффициенты ошибок. Понятие порядка астатизма и структурный признак астатизма системы. 3.8. Оценка точности при гармонических воздействиях. Частотные показатели качества. 3.9.Основные способы коррекции. Классификация корректирующих устройств. Корректирующие обратные связи. 3.10.Постановка задачи синтеза линейных систем.	59	29	14	9	6	30	40	40	40
Всего за 6 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	Контрольная работа № 1 по разд. 1.3-1.7	1.5
2		Преобразование структурных схем.	0.5
3		Дифференциальные уравнения и передаточные функции систем автоматического управления.	2.5
4		Импульсные и переходные функции звеньев. Вычисление реакции САУ на полиномиальные воздействия. Вычисление	0.5

		реакции САУ на синусоидальные воздействия.	
5	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	Логарифмические частотные характеристики звеньев. Построение амплитудно-фазовых частотных характеристик.	3
6		Построение логарифмических частотных характеристик разомкнутых одноконтурных систем. Построение асимптотической ЛАХ и ЛФЧХ разомкнутого контура системы угловой стабилизации.	2.5
7		Контрольная работа № 1 по разд. 2.4.	0.5
8	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	Контрольная работа № 2 по разд. 3.1-3.9	2
9		Алгебраические и частотные критерии устойчивости. Примеры использования критериев устойчивости Гурвица, Михайлова, Найквиста.	2
10		Анализ устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам. Определение запасов устойчивости по ЛЧХ. Построение области устойчивости по методу Д-разбиения.	2
Всего за 6 семестр			17

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	Определение временных характеристик САУ	4
2	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	Определение частотных характеристик САУ	4
3	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	Определение устойчивости и качества САУ	9
Всего за 6 семестр			17

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 1-4, лабораторной работе № 1 и контрольной работе № 1.	20
2	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 5-7, лабораторной работе № 2, контрольной работе №1.	26
3	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 8 - 10, контрольной работе № 2, подготовка к лабораторной работе №3	30
Всего за 6 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						ДР	ЛР	ЛР	Контр.Р.	ДР					ЛР	ДР	Контр.Р.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;

- ЛР – лабораторная работа.

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
2. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Автоматизация процессов управления;
2. Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук.

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

1. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru/> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://ibooks.ru/> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде;
4. <http://library.voenmeh.ru/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://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. Matlab 2015a SP1;
2. Microsoft Windows;
3. ANSYS 2020 R2;
4. MATLAB R 2015a;
5. Bloodshed Dev-C++;
6. Scilab 6.0.2;
7. Microsoft Office.

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. образцы РКТ;
2. Microsoft Office;
3. Scilab 6.0.2;
4. MATLAB R 2015a.

6.3. Лабораторные занятия:

1. образцы РКТ;
2. Matlab 2015a SP1;
3. Microsoft Windows;
4. ANSYS 2020 R2;
5. MATLAB R 2015a;
6. Bloodshed Dev-C++;
7. Scilab 6.0.2.

6.4. 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 **ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники*. Дисциплина реализуется на факультете А Ракетно-космической техники БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-1 способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности;

ПСК-5 способность разрабатывать структуры систем управления БПЛА;

ПСК-6 способность разрабатывать и исследовать алгоритмы функционирования системы управления БПЛА.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с методами анализа и синтеза комплексов и систем управления ракет и космических аппаратов, позволяющими определять основные параметры систем автоматического управления, обеспечивающие требуемую точность и качество управления.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- лабораторная работа.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**76 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 76 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 1. Основные понятия теории автоматического управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 1-4, лабораторной работе № 1 и контрольной работе № 1.	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции №№ 1 - 6) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия №№ 1 – 5)	20
Итого по разделу 1		20
Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 5-7, лабораторной работе № 2, контрольной работе №1.	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия №№ 3 - 4, Лабораторные работы №№ 1 - 4) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции №№ 7 - 9)	26
Итого по разделу 2		26
Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям № 8 - 10, контрольной работе № 2, подготовка к лабораторной работе №3	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Практические занятия №№ 1, 6 - 9. Лабораторные работы №№ 4, 6, 7. Домашнее задание №2) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Лекции №№ 10 - 17)	30
Итого по разделу 3		30

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- 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.

Контрольная работа

Контрольные работы состоят в решении задач по учебным материалам соответствующих разделов дисциплины. Каждая из контрольных работ состоит из 5 задач. Верное решение одной задачи оценивается в "1" балл. Успешное написание контрольной работы подразумевает правильное решение хотя бы трех задач (3 балла). Типовые задачи для выполнения контрольной работы приведены в УМК по дисциплине.

Лабораторная работа

Лабораторные работы (ЛР) проводятся по учебным материалам соответствующих разделов дисциплины, Допуск к лабораторной работе не требуется. Студент обязан выполнить все ЛР и сдать их преподавателю в срок согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

ЛР считается выполненной, если обучающийся полностью выполнил все задания, указанные в задании для ЛР. Отчет по ЛР представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по ЛР. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении ЛР требуется руководствоваться следующими рекомендациями:

Отчеты по ЛР выполняются на листах бумаги формата А4.

На титульном листе указываются название дисциплины, тема ЛР, фамилия и инициалы студента и преподавателя, номер группы, номер и вариант задания.

В начале описательной части излагается содержание, приводятся схема, математическая модель, исходные данные для расчетного варианта, метод решения.

Все вычисления проводятся подробно, сопровождаясь необходимыми пояснениями. Все вычисления заносятся в таблицы.

Табличные данные в соответствии с требованиями ЛР представляются в виде графиков, условные обозначения и размерности откладываемых по осям величин указываются в принятых по ГОСТ сокращениях.

При выполнении расчетов с использованием ЭВМ нужно обязательно приводить распечатки (листинг) программ. Результаты машинного счета оформляются в виде приложения.

По каждой ЛР обучающийся должен представить выводы на основании выполненных расчетов.

В случае, если оформление отчета и поведение обучающегося во время защиты соответствуют указанным требованиям, он получает максимальное количество баллов (5).

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне от max (5) до min (3) являются:

- небрежное выполнение отчета по ЛР,
- низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках),
- ответы не на все вопросы преподавателя по теме ЛР.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала

Экзамен

Допуском к сдаче экзамена является выполнение всех контрольных мероприятий, предусмотренных программой дисциплины.

Экзамен может проводиться в 2 формах: устных ответов на вопросы и решение задачи экзаменационного билета или итогового тестирования, проведение которого возможно только для получения студентом оценки не выше "удовлетворительно".

Используются следующие критерии оценивания:

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, подобную задачам из выполненных контрольных работ и полностью ответил на 4 вопроса экзаменационного билета.
- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, подобную задачам из выполненных контрольных работ, полностью ответил на 3 вопроса экзаменационного билета.
- оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он неправильно решил задачу и ответил только на 1 вопрос экзаменационного билета или не решил задачу и ответил на только на 2 вопроса экзаменационного билета.

- во всех других случаях обучающемуся выставляется оценка «удовлетворительно».

Для получения оценки «удовлетворительно» (по выбору обучающегося) достаточно выполнить итоговый тест, отвечая на 5 вопросов. Оценка «удовлетворительно» проставляется при правильном ответе хотя бы на 3 вопроса Тестового задания.

Тестовые задания и Экзаменационные билет входят в состав в УМК по дисциплине.

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	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-1	ПСК-5	ПСК-6	
3	6	Раздел 1. Основные понятия теории автоматического управления.	39	19	10	4	5	20	30	30	30	Контрольная работа, Лабораторная работа
3	6	Раздел 2. Частотные характеристики линейной стационарной системы.	46	20	10	4	6	26	30	30	30	Контрольная работа, Лабораторная работа
3	6	Раздел 3. Показатели устойчивости и качества систем автоматического управления.	59	29	14	9	6	30	40	40	40	Контрольная работа, Лабораторная работа
Всего за 6 семестр			144	68	34	17	17	76	100	100	100	
Всего по дисциплине			144	68	34	17	17	76	100	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-1

Вопросы открытого типа:

№ 1 На рисунке приведена схема САУ



№ 2 Здесь f – это ____
Дана система:

$$\begin{aligned}\dot{X} &= AX + BU, \\ Y &= CX,\end{aligned}$$

№ 3 С в этой системе – это матрица ____
Запишите название типового динамического звена, передаточная функция которого приведена ниже:

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 1}$$

№ 4 Запишите определение передаточной функции звена.

№ 5 Напишите классификацию систем управления по принципу управления

№ 6 Где начинается годограф Михайлова для системы, находящейся на апериодической границе устойчивости?

№ 7 Для асимптотической устойчивости системы необходимо и достаточно...
(закончить определение)

№ 8 Что такое "фазовое пространство"?

№ 9 Что такое "параметрический синтез системы"?

№ 10 Что такое "запас устойчивости по амплитуде" ?

Вопросы закрытого типа:

№ 1 По структуре различают...

1. линейные СУ
2. одномерные СУ
3. многомерные СУ
4. нелинейные СУ
5. непрерывные СУ

№ 2 Фундаментальным свойством динамического звена является...

1. направленность действия
2. линейность
3. нелинейность
4. непредсказуемость

№ 3 Передаточная функция звена или системы – это ...

1. отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов
2. отношение изображений по Лапласу его входного и выходного сигналов
3. отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов
4. нет правильного ответа

5. отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях
6. отношение его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов
- № 4 Главная обратная связь...
1. охватывает всю систему и служит для реализации принципа управления в замкнутой системе
 2. охватывает всю систему и служит реализации принципа управления в разомкнутой системе
 3. охватывает отдельные фрагменты структуры системы и может вводиться с целью повышения качества системы.
 4. нет правильного ответа
- № 5 Какие звенья относятся группе позиционных?
1. безынерционное
 2. колебательное
 3. изотропное
 4. апериодическое 1-го порядка
 5. консервативное
 6. апериодическое 2-го порядка
- № 6 Выберите все варианты представления передаточной функции:
1.

$$f(t) = L^{-1}\{F(p)\}.$$
 2.

$$f(t) = L^{-1}\{F(p)\}.$$
 3.

$$W(p) = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0}$$
 4. все ответы верные
 5. нет верного ответа
- № 7 Изотропное звено относится к группе дифференцирующих звеньев.
1. Верно
 2. Неверно
- № 8 Амплитудно-частотная характеристика...
1. показывает степень усиления или ослабления звеном амплитуды пропускаемого гармонического сигнала в зависимости от его частоты
 2. показывает зависимость от частоты фазового сдвига, вносимого звеном в пропускаемый гармонический сигнал.

3. показывает степень усиления или ослабления звеном частоты пропускаемого гармонического сигнала в зависимости от его амплитуды.

4. показывает величину амплитуды пропускаемого гармонического сигнала. в зависимости от его частоты.

5. нет правильного ответа.

№ 9 Если хотя бы один корень характеристического полинома находится в правой полуплоскости, система устойчива.

1. Верно

2. Неверно

№ 10 Верно ли утверждение:

Это передаточная функция колебательного динамического звена:

$$W(p) = \frac{k}{T^2 p^2 + 1}$$

1. Верно

2. Неверно

ПСК-5

Вопросы открытого типа:

№ 1 Какая частотная характеристика отсутствует в списке перечисленных возможных частотных характеристик?

(ответ на самостоятельное написание).

1. Амплитудно-частотная характеристика,

2. Фазо-частотная характеристика,

3. Вещественная частотная характеристика

4. Мнимая частотная характеристика

5. Амплитудно-фазовая частотная характеристика,

6. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.

№ 2 В устойчивой системе самое большое отношение мнимой части характеристического корня к его действительной части характеризует _____ (дополнить определение).

№ 3 Какое звено описывается данной передаточной функцией?

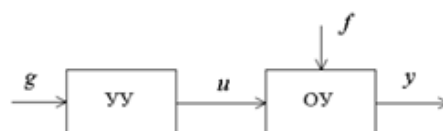
$$W(p) = k$$

№ 4 Система автоматического управления представлена системой уравнений:

$$\begin{aligned} \dot{X} &= AX + BU, \\ Y &= CX, \end{aligned}$$

U в этой системе – это _____

№ 5 На рисунке приведена схема САУ



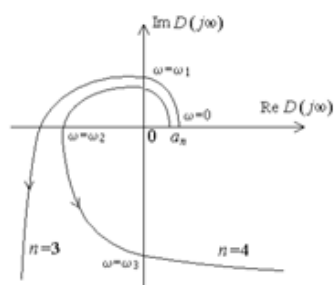
Здесь g – это _____

№ 6 Запишите классификацию систем управления «по цели управления».

№ 7 Запишите необходимое условие устойчивости.

- № 8 Как ведет себя годограф (кривая) Михайлова системы, находящейся на колебательной границе устойчивости?
- № 9 Запишите классификацию систем управления "по форме математического описания" и раскройте определение каждого указанного классификационного пункта.
- № 10 Что понимается под "управлением" в динамике АСУ ?
Вопросы закрытого типа:
- № 1 Местная обратная связь...
1. охватывает всю систему и служит реализации принципа управления в замкнутой системе
 2. охватывает всю систему и служит реализации принципа управления в разомкнутой системе
 3. охватывает отдельные фрагменты структуры системы и может вводиться с целью повышения качества системы.
 4. нет правильного ответа
- № 2 Переходная характеристика – это...
1. реакция звена или системы на входной сигнал в виде дельта-функции
 2. реакция звена или системы на входной сигнал в виде единичной ступенчатой функции
 3. отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов
 4. нет правильного ответа
- № 3 Фазо-частотная характеристика...
1. показывает степень усиления или ослабления звеном амплитуды пропускаемого гармонического сигнала в зависимости от его частоты
 2. показывает зависимость от частоты фазового сдвига, вносимого звеном в пропускаемый гармонический сигнал.
 3. показывает степень усиления или ослабления звеном частоты пропускаемого гармонического сигнала в зависимости от его амплитуды
 4. нет правильного ответа

№ 4



Данные системы...

1. устойчивы
 2. неустойчивы
- № 5
- $$x(t) = g(t) \cdot y(t)$$

Что определяет представленная формула? (Выбрать верные утверждения.)

1. ошибка управления
2. сигнал ошибки управления
3. сигнал рассогласования
4. отклонение
- № 6 Установите соответствие:
1. $g = const$
2. $g = g(t)$
3. $g = var$
- А. Следящие системы
Б. Системы программного управления
В. Системы стабилизации
- № 7 В устойчивой системе самое большое отношение мнимой части характеристического корня к его действительной части характеризует... (выбрать верные утверждения)
1. быстродействие
2. запас устойчивости
3. статическую точность
4. колебательность
- № 8 Какое типовое динамическое звено описывается представленной передаточной функцией:
(Выбрать верное утверждение.)
- $$W(p) = \frac{k}{Tp + 1}$$
1. дифференцирующее с замедлением
2. апериодическое 2-го порядка
3. апериодическое 1-го порядка
4. колебательное
5. нет правильного ответа
- № 9 Основными задачами синтеза систем являются:
(Записать число верных утверждений).
1. обеспечение устойчивости системы
2. обеспечение требуемых значений показателей качества системы
3. оценка показателей качества системы
4. оценка скорости достижения требуемого состояния системы
5. оценка характеристик быстродействия системы
- № 10 Все ли утверждения верны?

В качестве основных выделим следующие формы математического описания систем управления:

1. Структурно-динамическая схема
2. Передаточные функции
3. Общие дифференциальные уравнения
4. Система дифференциальных уравнений
5. Векторно-матричная форма

1. Да
2. Нет

ПСК-6

№ 1

Вопросы открытого типа:

Какие частотные характеристики отсутствуют в списке перечисленных возможных частотных характеристик?

(ответ на самостоятельное написание).

1. Амплитудно-частотная характеристика,
2. Фазо-частотная характеристика,
3. Амплитудно-фазовая частотная характеристика,
4. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика,
5. Логарифмическая фазо-частотная характеристика.

№ 2

В устойчивой системе самое большое отношение мнимой части характеристического корня к его действительной части характеризует _____

№ 3

$$W(p) = k$$

Какое звено описывается данной передаточной функцией?

№ 4

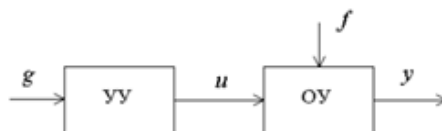
Система автоматического управления представлена системой уравнений:

$$\begin{aligned}\dot{X} &= AX + BU, \\ Y &= CX,\end{aligned}$$

U в этой системе – это _____

№ 5

На рисунке приведена схема САУ



Здесь g – это _____

№ 6

Запишите классификацию систем управления «по цели управления».

№ 7

Запишите необходимое условие устойчивости.

№ 8

Как ведет себя годограф (кривая) Михайлова системы, находящейся на колебательной границе устойчивости?

№ 9

Запишите классификацию систем управления "по форме математического описания" и раскройте определение каждого указанного классификационного пункта.

№ 10

Что понимают под понятием "управление" в ТАУ?

Вопросы закрытого типа:

№ 1 Какая передаточная функция представлена ниже?

$$\Phi_x(s) = \frac{X(s)}{G(s)} = \frac{G(s) - Y(s)}{G(s)} = 1 - \Phi(s)$$

1. замкнутой системы
2. разомкнутой системы
3. замкнутой системы по ошибке от задающего воздействия
4. замкнутой системы по ошибке от возмущающего воздействия
5. нет правильного ответа

№ 2 Выберите звенья, относящиеся к группе интегрирующих:

1. идеальное интегрирующее звено
2. интегрирующее звено с замедлением
3. изотропное звено
4. дифференцирующее звено
5. дифференцирующее звено с замедлением

№ 3 Весовая характеристика – это... (выбрать верные утверждения)

1. реакция звена или системы на входной сигнал в виде дельта-функции
2. реакция звена или системы на входной сигнал в виде единичной ступенчатой функции
3. отношение изображений по Лапласу его выходного и входного сигналов при нулевых начальных условиях и отсутствии других входных сигналов
4. реакция звена или системы на входной сигнал в виде функции Дирака
5. нет правильного ответа

№ 4 Перерегулирование определяется формулой:

1.

$$\sigma\% = \frac{x_{\max} - x_{уст}}{x_{уст}} 100\%$$

2.

$$\sigma\% = \frac{x_{\max}}{x_{уст}} 100\%$$

3.

$$\sigma\% = \frac{x_{\max} - x_{уст}}{x_{\max}} 100\%$$

4.

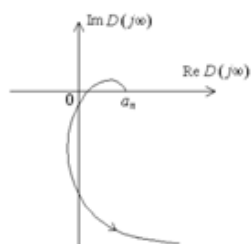
$$\sigma\% = \frac{x_{\max} - x_{уст}}{x_{уст}} 100\%$$

№ 5 Чем определяется количество передаточных функций, составленных для САУ? (Выбрать верное утверждение.)

1. количеством входных воздействий и интересующих выходных переменных

2. количеством выходных переменных
3. количеством выходных воздействий и интересующих выходных переменных
4. нет правильного ответа

№ 6



Данная система...

1. устойчива
2. неустойчива

№ 7

Частотные характеристики можно получить из: (Выбрать верные утверждения.)

1. АЧХ
2. дельта-функции
3. передаточной функции
4. нет правильного ответа

№ 8

Сколько верных утверждений представлено?

Частотные характеристики можно получить из:

1. АЧХ
2. дельта-функции
3. передаточной функции
4. нет правильного ответа

№ 9

Зависимость выходного параметра объекта от времени при подаче на вход дельта-функции называется:

(Выбрать верные утверждения.)

1. статической характеристикой
2. импульсной характеристикой
3. частотной характеристикой
4. переходной характеристикой
5. весовой характеристикой

№ 10

Дана система:

$$\begin{aligned}\dot{X} &= AX + BU, \\ Y &= CX,\end{aligned}$$

1. Первое уравнение системы
2. Второе уравнение системы

Определите соответствие:

А. уравнение состояния

Б. уравнение управления

В. уравнение выходов.