

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

(подпись) Страхов С. Ю.
ФИО
«___» _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Системы управления ракет
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационных и управляющих систем
Выпускающая кафедра	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

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	5	6	216	102	34	34	34	114	0	0	114	ЭКЗ.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.06 Системы управления летательными аппаратами

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Емельянов Валентин Юрьевич, к.т.н., доцент, доцент

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Заведующий кафедрой Матвеев С.А., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ

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-5 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
ОПК-8 — способность проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-5

знания:

основных видов моделей систем управления и применяемого математического аппарата;

умения:

строить и использовать основные виды математических моделей объектов и систем управления и формы их представления;

навыки:

построения и использования математических моделей динамических звеньев и систем управления.

ОПК-8

знания:

современного математического аппарата динамических расчетов систем управления летательными аппаратами, их подсистем и элементов;

умения:

решать задачи исследования устойчивости и качества, а также синтеза линейных непрерывных систем стабилизации и управления;

навыки:

применения методов анализа систем автоматического управления, синтеза законов управления и корректирующих устройств для линейных непрерывных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *24.05.06 Системы управления летательными аппаратами*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ, ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ОСНОВЫ НАВЕДЕНИЯ РАКЕТ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ПОДГОТОВКА К ПРОЦЕДУРЕ ЗАЩИТЫ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования для решения инженерных задач профессиональной деятельности

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 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-5	ОПК-8
3	5	Раздел 1. Основные понятия теории управления. 1.1. Понятия автоматического и автоматизированного управления. Примеры объектов и систем управления. Общая структура системы управления. 1.2. Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления (СУ). 1.3. Задачи информационной подсистемы в системе управления. 1.4. Общая характеристика задач анализа и синтеза систем управления.	6	2	2	0	4	10	5	
3	5	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей. 2.1. Понятие динамического звена. Уравнение и передаточная функция динамического звена. 2.2. Понятие структурно-динамической схемы системы. Построение и преобразование структурных схем. 2.3. Передаточные функции системы. 2.4. Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями. 2.5. Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма.	25	10	6	0	4	15	50	10
3	5	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. 3.1. Переходная характеристика, способы ее получения. 3.2. Функция веса, способы ее получения. 3.3. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика. 3.4. Логарифмические частотные характеристики, правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика. 3.5. Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства. 3.6. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья. Звено чистого запаздывания.	84	44	6	28	10	40	40	10
3	5	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем. 4.1. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления. Понятие устойчивости системы. Асимптотическая устойчивость. 4.2. Связь устойчивости с корнями характеристического полинома системы. Необходимое условие устойчивости. 4.3. Критерий устойчивости Гурвица. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем. 4.4. Критерий устойчивости Михайлова. 4.5. Критерий устойчивости Найквиста. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии. 4.6. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и способы их определения. 4.7. Построение областей устойчивости в плоскости двух параметров. Понятие о D-разбиении.	47	22	8	6	8	25	0	30
3	5	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления. 5.1. Оценка качества системы по временным характеристикам. 5.2. Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы. 5.3. Оценка качества системы по частотным характеристикам. Показатель колебательности. Оценка точности при гармонических воздействиях. 5.4. Оценка точности СУ при степенных воздействиях. Понятия астатизма и порядка астатизма, структурные признаки астатизма системы. Инвариантность систем управления. Коэффициенты ошибок. 5.5. Чувствительность систем управления. Построение моделей чувствительности. Оценка чувствительности показателей качества к значениям параметров систем и внешних воздействий.	27	12	6	0	6	15	0	20
3	5	Раздел 6. Методы синтеза систем управления. 6.1. Понятие закона управления. Основные виды законов управления и их свойства. 6.2. Методы повышения точности СУ. Комбинированное регулирование. 6.3. Постановка задачи синтеза СУ. Обзор методов синтеза. 6.4. Основные этапы синтеза корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам.	27	12	6	0	6	15	0	25
Всего за 5 семестр			216	102	34	34	34	114	100	100
Всего по дисциплине			216	102	34	34	34	114	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	Составление уравнений и передаточных функций динамических звеньев	2
2		Преобразование структурных схем. Передаточные функции замкнутых систем	2
3	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Получение временных характеристик динамических звеньев	4
4		Получение частотных характеристик звеньев и систем. Построение амплитудно-фазовой характеристики	2
5		Логарифмические частотные характеристики. Построение асимптотических ЛАХ	2
6		Составление моделей и получение характеристик динамических звеньев и систем (контрольная работа)	2
7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Анализ устойчивости частотными методами	4
8		Построение областей устойчивости	2
9		Анализ устойчивости алгебраическими методами	2
10	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Оценка качества и решение задач параметрического синтеза систем по корням характеристического полинома	2
11		Оценка качества и решение задач параметрического синтеза систем на основе использования частотных характеристик	2
12		Расчет установившихся ошибок	2
13	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Выбор закона управления и параметрический синтез линейных систем. Расчет корректирующей обратной связи	4
14		Анализ устойчивости и качества, параметрический синтез систем управления (контрольная работа)	2
Всего за 5 семестр			34

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Построение амплитудно-фазовых частотных характеристик	6
2		Определение фазо-частотных характеристик	4
3		Типовые динамические звенья и их характеристики	4
4		Построение асимптотических ЛАХ	4

5		Логарифмические и амплитудно-фазовые частотные характеристики	4
6		Типовые динамические звенья и их характеристики (многоуровневая)	6
7	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Анализ устойчивости системы по логарифмическим частотным характеристикам	6
Всего за 5 семестр			34

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Основные понятия теории управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
2	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
3		Подготовка к практическим занятиям	4
4	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	12
5		Подготовка к практическим занятиям	6
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	8
7		Выполнение домашнего задания	8
8		Подготовка к контрольной работе	6
9	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	Подготовка к практическим занятиям	4
10		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	4
11		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
12		Выполнение домашнего задания	6
13	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	11
14		Подготовка к практическим занятиям	4
15	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	7
16		Подготовка к практическим занятиям	2
17		Подготовка к контрольной работе	6
Всего за 5 семестр			114

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
5			ЛР		ЛР	ДР	ЛР	ДЗ, Контр.Р.	ЛР	ДР		ЛР		ЛР	ДЗ	ДР	ЛР, Тест, Контр.Р.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
2. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
3. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
4. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
5. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
6. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
7. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
8. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
9. И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 214 экз.
10. Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
11. Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 75 экз.
12. Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах . М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

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. комплекс контрольно-обучающих программ по курсу "Теория управления".

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:

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся.

6.3. Лабораторные занятия:

1. комплекс контрольно-обучающих программ по курсу "Теория управления".

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 **ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению **24.05.06 Системы управления летательными аппаратами**. Дисциплина реализуется на факультете **И** Информационных и управляющих систем БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой **И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-5 способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач;

ОПК-8 способность проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)".

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями, принципами, методами анализа и синтеза систем управления техническими объектами. Основное внимание уделяется линейным непрерывным системам.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**114 ч**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 102 ч. аудиторных занятий, и 114 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 управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 1) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекция 1) И. В. Мирошник. Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (глава 1) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 1)	4
Итого по разделу 1		4
Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 2-4) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (главы 2-3) И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (главы 1-4) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 3-5) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (главы 1-3) И. Л. Коробова. Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 2-4,13)	11
Подготовка к практическим занятиям	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятия 1,5)	4
Итого по разделу 2		15
Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 5-9) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 4)	12
Подготовка к практическим занятиям	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятия 1-4, лабораторные работы 1-5,7)	6
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	И. Л. Коробова. Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 3, 5-7)	8
Выполнение домашнего задания		8
Подготовка к контрольной работе		6
Итого по разделу 3		40
Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.		
Подготовка к практическим занятиям	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (парагр. 6.1,6.2)	4
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 6.1-6.3) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 6, лабораторная работа 6)	4
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 10-15) И. Л. Коробова. Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 8-9)	11
Выполнение домашнего задания	И. В. Мирошник. Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 5.1,5.2)	6
Итого по разделу 4		25
Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	И. Л. Коробова. Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 12) И. В. Мирошник. Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (глава 6)	11
Подготовка к практическим занятиям	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 9) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 16-17) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. Теория систем автоматического	4

	управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 8) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (Занятие 8) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (раздел 3)	
Итого по разделу 5		15
Раздел 6. Методы синтеза систем управления.		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 18-19) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 9) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 10)	7
Подготовка к практическим занятиям	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 12)	2
Подготовка к контрольной работе	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 9-10)	6
Итого по разделу 6		15

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- домашнее задание;
- 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.

Тест

Тест (диагностическая работа) включает в себя 10 вопросов. Время выполнения 20 минут.

Успешное прохождение теста регистрируется при условии получения не менее 60% правильных ответов.

Домашнее задание

Решения домашних заданий представляются в печатной, рукописной или электронной форме. Допускается выполнение расчетов «вручную» или использование систем автоматизации математических расчетов. Каждое домашнее задание содержит набор задач по исследованию динамического звена или системы управления в соответствии с темой домашнего задания и индивидуальным вариантом. Критерии оценивания:

Домашнее задание считается выполненным успешно (принимается) при следующих условиях:

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

Балльная оценка домашнего задания определяется технологической картой дисциплины.

Контрольная работа

Контрольная работа №1 включает в себя три задачи – по одной на каждую из предусмотренных для нее тем.

Контрольная работа №2 включает в себя две задачи - на две из четырех предусмотренных для нее тем.

Балльная оценка контрольной работы определяется технологической картой дисциплины.

Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

Лабораторная работа

Допуск к ЛР:

- допуск к выполнению первых двух ЛР не предусмотрен.

- для допуска к выполнению третьей и последующих ЛР необходима защита одной из выполненных ранее работ.

Требования к выполнению ЛР:

По всем ЛР необходимо успешное решение задач в диалоге с компьютером до появления на мониторе сообщения «Задание выполнено», формируемого контрольно-обучающей программой.

Отчет по ЛР:

Оформление печатных отчетов по лабораторным работам не предусмотрено. Все результаты предъявляются в электронной форме.

Защита ЛР:

Защита ЛР предусматривает обсуждение порядка решения предусмотренных ее тематикой задач, включая проверку усвоения студентом соответствующих сведений из теории.

Балльная оценка лабораторной работы определяется технологической картой дисциплины.

Экзамен

Экзаменационный билет включает в себя 20 тестовых вопросов и четыре задачи.

Порядок проведения экзамена: письменный, 120 минут.

Вес отдельных позиций экзаменационного билета: тестовый вопрос – 1 балл, задача – до 5 баллов в зависимости от количества правильно выполненных действий.

Правила формирования оценки: не менее 36 баллов – «отлично»; от 31 до 35 баллов – «хорошо», от 26 до 30 баллов – «удовлетворительно»; менее 26 баллов – «неудовлетворительно».

Для студентов, планомерно и успешно освоивших содержание учебной дисциплины, предусматривается возможность оформления экзаменационной оценки по результатам работы в семестре в соответствии с технологической картой дисциплины.

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-5	ОПК-8	
3	5	Раздел 1. Основные понятия теории управления.	6	2	2	0	0	4	10	5	Тест
3	5	Раздел 2. Математические модели объектов и систем управления. Формы представления моделей.	25	10	6	0	4	15	50	10	Домашнее задание, Контрольная работа, Тест
3	5	Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем.	84	44	6	28	10	40	40	10	Домашнее задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест
3	5	Раздел 4. Устойчивость линейных стационарных систем.	47	22	8	6	8	25	0	30	Домашнее задание, Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест
3	5	Раздел 5. Методы анализа линейных систем управления.	27	12	6	0	6	15	0	20	Контрольная работа, Тест
3	5	Раздел 6. Методы синтеза систем управления.	27	12	6	0	6	15	0	25	Контрольная работа, Тест
Всего за 5 семестр			216	102	34	34	34	114	100	100	
Всего по дисциплине			216	102	34	34	34	114	100	100	

Критерии оценивания

ОПК-5

- Вопросы открытого типа:
- № 1 В замкнутых системах сигнал управления формируется на основе ...
- ДОПОЛНИТЕ ФРАЗУ
- № 2 Укажите последовательность действий при составлении модели системы управления в форме структурно-динамической схемы.
- № 3 Перечислите требования к записи дифференциального уравнения динамического звена.
- № 4 Укажите последовательность действий при составлении модели системы управления в форме структурно-динамической схемы.
- № 5 В чем состоит взаимно-однозначное соответствие между дифференциальным уравнением и передаточной функцией звена или системы?
- № 6 Что называется весовой функцией?
- № 7 Перечислите типовые динамические звенья, у которых начальный участок асимптотической ЛАХ имеет отрицательный наклон
- № 8 В каком порядке необходимо получать передаточную функцию замкнутой системы по ошибке при неединичной главной обратной связи?
- № 9 Если в модели системы содержится звено, хотя бы один параметр которого зависит от времени, система рассматривается как ... ДОПОЛНИТЕ ФРАЗУ.
- № 10 Если целью управления является изменение состояния объекта управления по заданному закону ($g = g(t)$), система управления является системой ...

ДОПОЛНИТЕ ФРАЗУ.

- Вопросы закрытого типа:
- № 1 Рассогласованием (ошибкой, отклонением) называется сигнал $e(t) = g^*(t) - y(t)$, характеризующий ...
- А) требуемое направление движения системы с отрицательной обратной связью;
- В) текущее значение отклонения входного сигнала от задающего воздействия;
- С) текущее значение отклонения выходного сигнала от задающего воздействия;
- Д) начальное значение отклонения выходного сигнала от задающего воздействия.
- № 2 На рисунке 8 показана общая структура ...

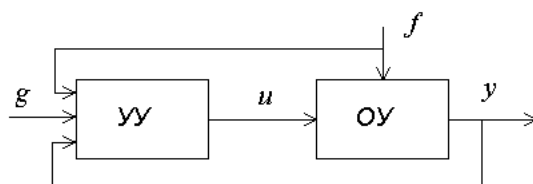


Рисунок 8.

- А) замкнутой системы управления;
- В) системы управления с компенсацией возмущения;
- С) системы комбинированного управления;
- Д) разомкнутой системы управления.
- № 3 Выберите из предложенного списка типовые динамические звенья, относящиеся к группе позиционных
- А) изотропное; В) колебательное; С) дифференцирующее с замедлением; Д) консервативное; Е) апериодическое 2-го порядка; Ф) идеальное интегрирующее.
- № 4 Передаточной функции вида:

$$\frac{k}{s(3s+1)}$$

соответствует дифференциальное уравнение ...

- А)
- $$3\ddot{y} + \dot{y} = k u$$
- В)
- $$3\ddot{y} + y = k \dot{u}$$
- С)
- $$3\ddot{y} + \dot{y} = k u$$
- Д)
- $$3\ddot{y} + y = k u$$
- № 5 Установите соответствие между названием типового динамического звена:

- 1) аperiodическое звено второго порядка;
 2) колебательное звено;
 3) дифференцирующее звено с замедлением;
 4) интегрирующее звено с замедлением
 и наклоном (наклонами) асимптотической ЛАХ (дб/декаду);
 А) 0 -20 -40;
 В) 0 -40;
 С) 20 0;
 D) -20 -40.
- № 6 Если
- $$W_1(s) = 5$$
- передаточная функция прямой цепи, а
- $$W_2(s) = \frac{3}{s}$$
- передаточная функция отрицательной обратной связи, то результирующая передаточная функция будет определяться выражением ...
- А)
- $$W(s) = \frac{5s}{s+15}$$
- В)
- $$W(s) = \frac{15}{s}$$
- С)
- $$W(s) = \frac{5s}{s-15}$$
- Д)
- $$W(s) = \frac{15}{s+1}$$
- № 7 Для построения амплитудно-частотной характеристики необходимо найти ...
- А) амплитуду выходного сигнала;
 В) амплитуду и фазу выходного сигнала;
 С) модуль частотной передаточной функции;
 D) аргумент частотной передаточной функции.
- № 8 Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) при ее определении в диапазоне частот от минус бесконечности до плюс бесконечности симметрична относительно ...
- А) оси ординат;
 В) начала координат;
 С) точки (-1,0);
 D) оси абсцисс.
- № 9 Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) последовательно соединённых звеньев определяется как ...
- А) разность ЛАЧХ отдельных звеньев;
 В) произведение ЛАЧХ отдельных звеньев;
 С) сумма ЛАЧХ отдельных звеньев;
 D) отношение ЛАЧХ отдельных звеньев.
- № 10 Частотой среза называется ...
- А) точка пересечения графика ЛАЧХ с осью ординат;
 В) точка пересечения асимптоты ЛАЧХ с осью абсцисс;
 С) точка пересечения графика ЛАЧХ с осью абсцисс;
 D) точка пересечения асимптоты ЛАЧХ с осью ординат.

ОПК-8*Вопросы открытого типа:*

- № 1 Укажите последовательность действий при анализе устойчивости на основе необходимого условия устойчивости
- № 2 Укажите последовательность действий при анализе устойчивости на основе алгебраического критерия устойчивости Гурвица.
- № 3 Исходя из каких требований формируется желаемая логарифмическая амплитудная характеристика?
- № 4 Каким образом введение производной в закон управления обеспечивает повышение точности системы?
- № 5 Для чего применяется интегральный закон управления и какой он дает отрицательный эффект?
- № 6 Значение фазового сдвига для звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{2,5}{(0,4s + 1)^2}$$

на частоте 2.5 1/с равно ...

УКАЖИТЕ ЗНАЧЕНИЕ В ГРАДУСАХ

- № 7 Резонансная частота звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{1}{0,01s^2 + 0,02s + 1}$$

приблизительно равна _____ 1/с.

- № 8 Передаточная функция разомкнутой системы имеет вид

$$W(s) = \frac{10}{s(0.1s + 1)}$$

В этом случае частота среза системы, определяемая по асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристике, равна _____

- № 9 Передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию соответствует апериодическому звену второго порядка с коэффициентом передачи 0,98. Значение перерегулирования у такой системы равно ...

УКАЖИТЕ ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ

- № 10 После подачи на вход системы единичного воздействия был зафиксирован максимум выходной величины, равный 1.08; установившееся значение выходной величины составило 0.9. Каково значение перерегулирования (в процентах)?

УКАЖИТЕ ЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ*Вопросы закрытого типа:*

- № 1 Переходная функция звена с передаточной функцией

$$\frac{ks}{Ts + 1}$$

имеет вид ...

- А) линейно нарастающей функции;
- В) нарастающей экспоненты;
- С) убывающей экспоненты;
- Д) ступенчатой функции.

- № 2 Численное значение амплитудно-частотной характеристики звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{15,4}{s^2 + 9}$$

при частоте $\omega=3$, равно ...

- А) бесконечности;
- В) нулю;
- С) 1,71;
- Д) 15,4.

- № 3 Переходная функция звена с передаточной функцией

$$\frac{k}{T^2 s^2 + 1}$$

имеет вид ...

А)

$$h(t) = (kt + k_1) \cdot 1(t)$$

В)

$$h(t) = k(1 - \cos \frac{t}{T}) \cdot 1(t)$$

С)

$$h(t) = \frac{k}{T} e^{-\frac{t}{T}} \cdot 1(t)$$

D)

$$h(t) = k \cdot 1(t)$$

№ 4 Логарифмическая фазочастотная характеристика динамического звена с передаточной функцией вида

$$\frac{k}{(5s+1)(s+1)}$$

при изменении частоты от 0 до ∞ находится в диапазоне ...

- A) от 0 до ∞ ;
- B) от 0 до $-\pi/2$;
- C) от 0 до $-\pi$;
- D) от $-\pi/2$ до π .

№ 5 Системы первого или второго порядков, у которых все коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки ...

- A) устойчивы;
- B) неустойчивы;
- C) на границе устойчивости;
- D) требуется дополнительный анализ.

№ 6 Укажите характеристические полиномы неустойчивых непрерывных систем:

- A) $D(s)=3s^2-2s+1$;
- B) $D(s)=4s^4+2s^3+s^2+1$;
- C) $D(s)=s^2+s+1$;
- D) $D(s)=-3s^2-5s+2$.

№ 7

Величина перерегулирования $\eta\%$ вычисляется по переходной функции $h(t)$ устойчивой системы (при известных h_{\max} – максимальное значение, $h(\infty)$ – установившееся значение, $h(0)$ – начальное значение) по формуле ...

- A) $\eta\% = [(h(\infty)-h(0))/h(\infty)] \cdot 100\%$;
- B) $\eta\% = [(h_{\max} - h(\infty))/h(\infty)] \cdot 100\%$;
- C) $\eta\% = [h_{\max} / h(\infty)] \cdot 100\%$;
- D) $\eta\% = [h_{\max} - h(\infty)] \cdot 100\%$.

№ 8 Запас устойчивости по фазе для замкнутой системы определяется по фазовой характеристике разомкнутого контура на частоте ...

- A) равной 1;
- B) среза;
- C) среднего задающего воздействия;
- D) резонанса.

№ 9 Ошибка в устойчивой статической системе стремится к бесконечности при _____ входном воздействии

- A) гармоническом;
- B) линейно возрастающем;
- C) постоянном;
- D) нулевом.

№ 10 Уменьшение коэффициента передачи разомкнутого контура системы управления приведет к увеличению ...

- A) выходного сигнала;
- B) установившейся ошибки;
- C) быстродействия системы;
- D) перерегулирования.