

УТВЕРЖДАЮ  
 Декан факультета

\_\_\_\_\_  
 (подпись) Страхов С.Ю.  
 ФИО  
 «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

Направление/специальность подготовки	24.05.06 Системы управления летательными аппаратами
Специализация/профиль/программа подготовки	Математическое и программное обеспечение систем управления
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	6	4	144	85	34	17	34	59	0	18	41	диф. зач.

*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: 2025

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 Сырцев А.Н., д.воен.н., снс \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена

на заседании выпускающей кафедры

**И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Заведующий кафедрой Сырцев А.Н., д.воен.н., снс \_\_\_\_\_

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

## **ТЕОРИЯ 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 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач

ОПК-8 — Способен 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:*

особенностей функционирования, математических схем и средств описания, методов анализа и синтеза нелинейных и цифровых систем управления, закономерностей преобразования случайных сигналов линейными и нелинейными системами;

*умения:*

строить модели нелинейных, дискретных и стохастических систем, применять методы их анализа и синтеза;

*навыки:*

построения и использования моделей линейных, нелинейных, дискретных и стохастических систем в среде автоматизации инженерных и научных расчетов, решения задач их анализа и синтеза.

### **ОПК-8**

*знания:*

принципов построения математических и имитационных моделей для решения задач динамических расчетов, анализа и синтеза систем управления летательными аппаратами;

*умения:*

строить и реализовывать модели и проводить динамические расчеты процессов в нелинейных, дискретных и стохастических системах средствами вычислительной техники с использованием современных средств моделирования;

*навыки:*

решения задач динамических расчетов, анализа и синтеза систем управления летательными аппаратами в среде автоматизации инженерных и научных расчетов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ 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, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ, СОВРЕМЕННАЯ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ, СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, ОСНОВЫ НАВЕДЕНИЯ РАКЕТ И СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ИСПЫТАНИЯ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ, УПРАВЛЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, 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
- ОПК-5 — Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач
- ОПК-8 — Способен 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)"

### 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-5	ОПК-8
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления. 1.1. Понятия полной и частичной управляемости. Критерии управляемости. 1.2. Понятия полной и частичной наблюдаемости. Критерии наблюдаемости. 1.3. Принципы построения и расчета модальных регуляторов по состоянию и по выходу объекта управления. 1.4. Постановка задачи оценивания состояния объекта управления. Наблюдатели состояния. 1.5. Идентификация внешних воздействий на систему. 1.6. Применение среды автоматизации инженерных и научных расчетов для анализа систем управления.	17	12	4	4	4	5	10	0
3	6	Раздел 2. Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах. 2.1. Классификация нелинейностей. 2.2. Особенности процессов в нелинейных системах. задачи и методы теории нелинейных систем. 2.3. Расчет процессов в нелинейных системах. Метод припасовывания.	6	4	2	0	2	2	10	10
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем. 3.1. Метод гармонической линеаризации: основные положения, способы вычисления коэффициентов гармонической линеаризации. 3.2. Уравнение гармонического баланса. 3.3. Алгебраический способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 3.4. Частотный способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 3.5. Понятие абсолютной устойчивости нелинейной системы. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. 3.6. Исследование автоколебаний и абсолютной устойчивости в среде автоматизации инженерных и научных расчетов.	34	20	6	6	8	14	20	30
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства. 4.1. Выбор базиса и построение фазовых портретов линейных и нелинейных систем. 4.2. Типы особых точек и особых линий, расчет и анализ устойчивости состояний равновесия системы. 4.3. Анализ и синтез нелинейных законов управления методом фазовой плоскости. 4.4. Системы с переменной структурой. Скользящие режимы в нелинейных системах. 4.5. Исследование системы с переменной структурой в среде автоматизации инженерных и научных расчетов.	26	18	8	4	6	8	10	15
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления. 5.1. Основные характеристики случайных процессов. 5.2. Спектральный метод расчета стационарных случайных процессов в системах управления. 5.3. Построение и расчет формирующих фильтров. 5.4. Метод статистической линеаризации.	32	10	4	0	6	22	20	15
3	6	Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления. 6.1. Особенности цифровых и дискретных систем управления. Квантование сигнала. Модель импульсного элемента. Применение математического аппарата решетчатых функций и разностных уравнений для описания процессов в дискретных системах. 6.2. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства. Дискретная передаточная функция. 6.3. Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с экстраполаторами нулевого и первого порядка. 6.4. Частотные характеристики дискретных СУ. Приближенная методика построения псевдочастотных характеристик. 6.5. Анализ устойчивости и качества дискретных систем. Оценка запаса устойчивости. Расчет установившихся ошибок. 6.6. Постановка задачи синтеза цифровых систем. Коррекция с помощью цифрового корректирующего устройства. 6.7. Синтез и исследование качества цифровой системы в среде автоматизации инженерных и научных расчетов.	29	21	10	3	8	8	30	30
Всего за 6 семестр			144	85	34	17	34	59	100	100
Всего по дисциплине			144	85	34	17	34	59	100	100

#### 3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления.	Управляемость и наблюдаемость линейных систем. Модальное управление	2
2		Построение модального регулятора с оцениванием состояния объекта управления	2
3	Раздел 2. Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах.	Расчет процессов в нелинейных системах методом припасовывания	2
4	Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы	Расчет параметров автоколебаний и анализ их	2

	анализа нелинейных систем.	устойчивости алгебраическим способом	
5		Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости алгебраическим способом	2
6		Анализ абсолютной устойчивости нелинейных систем.	2
7		Контрольная работа №1	2
8	Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.	Анализ особых точек и построение фазовых портретов линейных систем	2
9		Анализ особых точек и построение фазовых портретов нелинейных систем	2
10		Анализ и синтез релейной системы методом фазовой плоскости	2
11	Раздел 5. Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления.	Расчет характеристик стационарного случайного процесса в СУ	2
12		Расчет установившегося случайного процесса в нелинейной стационарной системе	2
13		Контрольная работа №2	2
14	Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления.	Расчет процессов в дискретных системах	2
15		Анализ дискретных систем	2
16		Анализ устойчивости и качества дискретной системы	2
17		Итоговое занятие	2
Всего за 6 семестр			34

### 3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления.	Исследование основных методов повышения точности систем автоматического управления	4
2	Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Исследование автоколебаний в нелинейной системе	4
3		Исследование устойчивости нелинейной САУ с неединственным состоянием равновесия	2
4	Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.	Исследование системы с переменной структурой	4
5	Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления.	Исследование САУ с дискретной коррекцией	3
<b>Всего за 6 семестр</b>			<b>17</b>

### 3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
2		Подготовка к практическим занятиям	1
3		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	2
4	Раздел 2. Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	2
5	Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем.	Подготовка к практическим занятиям	1
6		Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	4
7		Выполнение домашнего задания	3
8		Подготовка к контрольной работе	2

9		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
10	Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
11		Подготовка к практическим занятиям	1
12		Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	3
13	Раздел 5. Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления.	Подготовка к практическим занятиям	1
14		Подготовка к контрольной работе	2
15		Выполнение курсовой работы	18
16		Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	1
17	Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления.	Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	4
18		Подготовка к практическим занятиям	1
19		Подготовка к выполнению и защите лабораторной	3
Всего за 6 семестр			59

### 3.5. Курсовая работа

СОДЕРЖАНИЕ ЭТАПА	ПЕРИОД ИСПОЛНЕНИЯ (недели семестра)	ПЛАНИРУЕМОЕ ВРЕМЯ (час)
Этап 1. Анализ постановки задачи, изучение теоретического материала, выбор расчетных соотношений.	1 - 8	6
Этап 2. Разработка и отладка программного обеспечения. Выполнение расчетов.	9 - 14	7
Этап 3. Оформление пояснительной записки и иллюстративного материала.	15 - 16	4
Этап 4. Защита курсовой работы.	17 - 17	1
<b>Всего за 6 семестр</b>		<b>18</b>

## 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			ЛР			ДР	ЛР, ДЗ	КР, Контр.Р.		ДР	ЛР		ЛР, Контр.Р.	КР		ДР	ЛР, Тест, КР, диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- КР – курсовая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- курсовая работа;



- контрольная работа;
- тест.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
2. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 169 экз.
3. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 166 экз.
4. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
5. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
6. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 93 экз.
7. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
8. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
9. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
10. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. М.: Питер, 2006, 19 экз.
11. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
12. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
13. И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, 214 экз.
14. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 44 экз.
15. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, 36 экз.
16. Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах . М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
17. Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 125 экз.

### 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;
4. [https://www.voenmeh.ru/images/docs/norm\\_docs\\_stud/Polozhenie\\_KRKP\\_2.0.pdf](https://www.voenmeh.ru/images/docs/norm_docs_stud/Polozhenie_KRKP_2.0.pdf) - Положение по содержанию, оформлению, организации выполнения и защиты курсовых проектов и курсовых работ БГТУ.

### 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](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. Scilab 6.0.2.

5.6. Информационные технологии:

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

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

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

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. Проектор;
2. Аудитория с числом посадочных мест не меньше количества обучающихся;
3. Matlab 2015a SP1;
4. 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 **ТЕОРИЯ 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 Способен разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач;  
ОПК-8 Способен 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 математическим аппаратом, общими и специальными методами анализа и синтеза нелинейных, дискретных и стохастических систем управления техническими объектами, а также включает вопросы современной теории управления: управляемость и наблюдаемость систем, оценивание состояния объекта управления и возмущений, модальное управление.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

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

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **4 з.е., 144 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**59 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 144 ч., из них 85 ч. аудиторных занятий, и 59 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.
<b>Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления.</b>		
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 2-4,17-18) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (подразд. 5.3,7.3,7.4,8.2,8.3) Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 1) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 4) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 4.1)	2
Подготовка к практическим занятиям	Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подразд. 2.1, 3.6-3.8) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 9.2, 11.2, 14.3) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 1,2)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 1,2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 9) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (п. 1.4.2, подразд. 11.2)	2
Итого по разделу 1		5
<b>Раздел 2. Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах.</b>		
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 (парагр. 7.1) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 7.1,7.2)	2

	<p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 3)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, парагр. 17.1,17.2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятие 3)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 1.2,2.1,3.1)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 25)</p>	
Итого по разделу 2		2
<b>Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем.</b>		
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 3,6,7)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 4-6)	4
Выполнение домашнего задания	Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 8.2,8.3)	3
Подготовка к контрольной работе	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 4-6)	2
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторные работы 3,4)	4
	А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 8.2,8.3)	
	В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 7,11-13)	
	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (парагр. 17.3, глава 18)	
	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 28-29)	
Итого по разделу 3		14
<b>Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 8.1)	4
Подготовка к практическим занятиям	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 3.3)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 7-10)	3
	Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 5)	
	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 7-9)	
	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006	

	(парагр. 2.1, глава 6) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 8.1) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, парагр. 7.1,7.4)	
Итого по разделу 4		8
<b>Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления.</b>		
Подготовка к практическим занятиям	В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 11,12)	1
Подготовка к контрольной работе	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 10-11)	2
Выполнение курсовой работы	И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 22-24)	18
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 11-12) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд 1.3,2.3,4.2,8.4)	1
Итого по разделу 5		22
<b>Раздел 6. Теория дискретных систем управления.</b>		
Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе	Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 13-17) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 12-13) И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005 (лекции 7-17,20) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 5.1) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (практические работы 1-3)	4
Подготовка к практическим занятиям	И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 9.1) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 14-15) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 5.1-5.4, 11.1)	1
Подготовка к выполнению и защите лабораторной	Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (разделы 1-3) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (разделы 1-5)	3
Итого по разделу 6		8



## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- контрольная работа;
- тест;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- курсовая работа;
- дифференцированный зачет.

### 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

Каждая контрольная работа включает в себя две задачи.

Балльная оценка контрольной работы определяется технологической картой дисциплины. Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

#### 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.

#### 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 выполнение в среде Scilab/Scicos (MATLAB/Simulink, SiminTech) индивидуального задания и демонстрация результатов выполнения преподавателю.

Отчет по ЛР:

Требования к содержанию отчетов представлены в источнике Андриевский Б.Р., Емельянов В.Ю., Коротков Б.Ф. Теория управления: лабораторный практикум...

Отчеты по лабораторным работам могут быть представлены в печатной или электронной форме.

Защита ЛР:

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

Балльная оценка лабораторной работы определяется технологической картой дисциплины.

#### 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.

### **Курсовая работа**

Курсовая работа выполняется в соответствии с индивидуальным вариантом задания.

Общие требования к выполнению и оформлению курсовой работы определяются действующими нормативными документами Университета.

Для обеспечения текущего контроля работы студента в течение семестра устанавливаются сроки выполнения этапов курсовой работы. Результаты выполнения отдельных этапов могут учитываться при определении итоговой оценки на защите работы.

Основанием для недопуска курсовой работы к защите могут быть:

- неполное или неверное выполнение индивидуального задания;
- отсутствие предусмотренных заданием графических материалов или несоответствие их ГОСТ или ТУ;
- несоответствие пояснительной записки установленным требованиям.

Оценка за курсовую работу выставляется по результатам защиты студентом курсовой работы перед ответственным преподавателем или комиссией, назначенной заведующим кафедрой. Защита курсовой работы предусматривает краткий доклад студента и ответы его на вопросы, связанные с порядком выполнения работы и темами учебной дисциплины, охваченными курсовой работой.

### **Дифференцированный зачет**

Критерии оформления дифференцированного зачета определяются технологической картой дисциплины.

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-5	ОПК-8	
3	6	Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления.	17	12	4	4	4	5	10	0	Лабораторная работа, Контрольная работа, Тест
3	6	Раздел 2. Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах.	6	4	2	0	2	2	10	10	Контрольная работа, Тест
3	6	Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем.	34	20	6	6	8	14	20	30	Домашнее задание, Контрольная работа, Курсовая работа, Лабораторная работа, Тест
3	6	Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.	26	18	8	4	6	8	10	15	Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест
3	6	Раздел 5. Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления.	32	10	4	0	6	22	20	15	Контрольная работа, Курсовая работа, Тест
3	6	Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления.	29	21	10	3	8	8	30	30	Лабораторная работа, Тест
Всего за 6 семестр			144	85	34	17	34	59	100	100	
Всего по дисциплине			144	85	34	17	34	59	100	100	

## Оценочные материалы по дисциплине ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

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

- № 1 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Для симметричных автоколебаний при однозначной нечетной нелинейности в представлении сигнала на выходе нелинейного звена в форме

$$y = F^0 + qx + \frac{q'}{\omega} px$$

обращаются в ноль следующие параметры:

1. только  $F^0$
2. только  $q'$
3.  $F^0$  и  $q'$
4.  $q$  и  $q'$

- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Какое значение имеет свойство фильтра линейной части системы при расчете характеристик случайного процесса в системе управления?

- № 3 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Задано разностное уравнение замкнутой дискретной системы.

Как обеспечить возможность анализа устойчивости системы с помощью алгебраических критериев, известных для непрерывных систем?

- № 4 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Абсолютная устойчивость нелинейной системы имеет место, если...

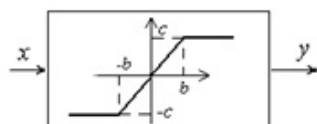
1. ... ее устойчивость нельзя нарушить уменьшением коэффициента передачи.
2. ... устойчивы все состояния равновесия системы.
3. ... система асимптотически устойчива при любых начальных условиях.
4. ... система асимптотически устойчива при любом виде нелинейности внутри определенного класса.

- № 5 Прочитайте текст и установите соответствие

В состав системы входит одно нелинейное звено. Установите соответствие между его статической характеристикой и возможной амплитудой автоколебаний на входе данного звена. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

### Статическая характеристика

1.

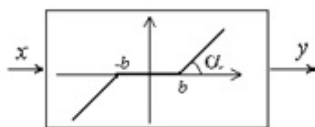


2.

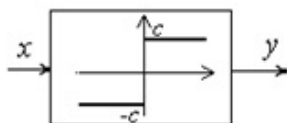
### Амплитуда

А. Любая положительная

Б. Не менее  $b$



3.



В. Не более  $b$

Г. При такой нелинейности автоколебания невозможны

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между корнями характеристического уравнения линейной системы 2-го порядка и типом особой точки на фазовой плоскости. К каждой позиции, данной в левом столбце, подберите соответствующую позицию из правого столбца.

Вид корней	Тип особой точки
1. Вещественные разного знака	А. Неустойчивый узел
2. Комплексно-сопряженные с отрицательной вещественной частью	Б. Седло
3. Вещественные положительные	В. Устойчивый узел
	Г. Устойчивый фокус

№ 7 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий при приближенном построении фазового портрета линейной системы 2-го порядка, если задана структурно-динамическая схема разомкнутой системы.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Составить матрицу  $A$  системы.
2. Перейти к модели в пространстве состояний в нормальной форме.
3. Нанести на фазовую плоскость примеры траекторий системы, соответствующие типу особой точки.
4. Рассчитать наклоны особых линий и нанести их на фазовую плоскость в случае их наличия.
5. Найти координаты особой точки и нанести ее на фазовую плоскость.
6. Найти собственные числа матрицы  $A$  системы и определить тип ее особой точки.

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Укажите последовательность действий для построения логарифмических псевдочастотных характеристик дискретной (импульсной) системы при заданных передаточных функциях  $W(s)$  непрерывной части и экстраполятора.

Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.

1. Заменой переменной перейти к псевдочастотной передаточной функции.
2. Составить выражения и построить логарифмические псевдочастотные характеристики.
3. Заменой переменной перейти к передаточной функции  $W(w)$ .
4. Составить дискретную передаточную функцию непрерывной части совместно с экстраполятором  $W(z)$ .

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Передаточная функция системы, описываемой разностным уравнением  $y[n+2] + 0,2y[n] = 5g[n]$ , имеет вид ...

1.  $5/(z^2 - 0,2)$
2.  $5/(z^2 + 0,2)$
3.  $5/(0,2z^2 + 1)$
4.  $1/(0,2z + 5)$

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Управляемость линейной системы, заданной моделью ,

$$\dot{X} = AX + BU, \quad Y = CX$$

где  $X$  – вектор переменных состояния,  $U$  – вектор входных сигналов,  $Y$  – вектор выходных сигналов,  $A$  – собственная матрица,  $B$  – матрица (вектор) входов,  $C$  – матрица (вектор) выходов, определяется матрицами (векторами) ...

1.  $U$
2.  $A$
3.  $B$
4.  $C$

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Найдите нули и полюса передаточной функции дискретной системы

$$W(z) = \frac{10(z - 0.5)(z - 2)}{z^2 - 2z + 1}$$

1. нули 0.5 и 2
2. полюса нули 0.5 и 2
3. нули 1 и 1
4. полюса 1 и 1

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Расширенный наблюдатель состояния системы управления обеспечивает оценку:

1. Сигнала управления
2. Незмеряемых переменных состояния
3. Выходного сигнала системы
4. Возмущающего воздействия

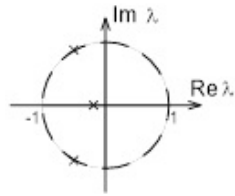
**ОПК-8 - Способен проводить динамические расчеты систем управления летательными аппаратами, применять методики математического и полунатурного моделирования динамических систем "подвижный объект - система управления (система ориентации, стабилизации, навигации, управления движением)"**

- № 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Каким образом введение производной в закон управления обеспечивает повышение точности системы?
- № 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ  
Задано разностное уравнение дискретной системы. При каком условии система будет иметь максимальное быстродействие и как будет оцениваться время переходного процесса (порядок системы 3, величина такта дискретизации 0,01 с.)?
- № 3 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между разностным уравнением замкнутой дискретной системы и корнями характеристического полинома.

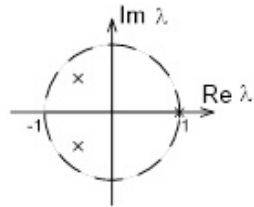
Уравнение	Корни
1. $y[n+2] = 4y[n+1] + 10g[n]$	А. -1 и -1
2. $y[n+2] = 0,25y[n] + 10g[n]$	Б. $\pm 0,5$
3. $y[n+2] = 10g[n]$	В. 0 и 0
	Г. 0 и 4

- № 4 Прочитайте текст и установите последовательность  
Укажите последовательность действий для перехода от псевдочастотной передаточной функции регулятора или корректирующего устройства к алгоритму формирования сигнала управления.  
Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.
1. Перейти к разностному уравнению регулятора.
  2. Заменой переменной перейти к дискретной передаточной функции  $W(z)$ .
  3. Перейти к алгоритму формирования сигнала управления.
  4. Заменой переменной перейти к передаточной функции  $W(w)$ .
- № 5 Прочитайте текст и установите последовательность  
Укажите правильную последовательность действий при проверке возможности автоколебаний в нелинейной системе, содержащей одно нелинейное звено.  
Запишите соответствующую последовательность цифр слева направо.
1. Сформировать вывод о возможности автоколебаний и их параметрах.
  2. Составить и решить уравнения для расчета параметров предельных циклов – частоты и амплитуды.
  3. Получить передаточную функцию линейной части.
  4. Проверить устойчивость каждого найденного предельного цикла.
  5. Сформировать передаточную функцию гармонически линеаризованного нелинейного звена.
- № 6 Прочитайте текст и установите соответствие  
Установите соответствие между расположением корней характеристического уравнения дискретной системы на комплексной плоскости и выводом об устойчивости системы.

Расположение корней	Вывод об устойчивости
1.	А. Устойчива

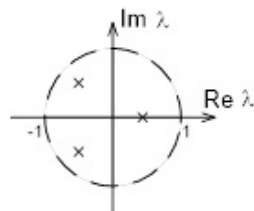


2.



Б. Неустойчива

3.



В. Находится на аperiodической (нейтральной) границе устойчивости

Г. Находится на колебательной границе устойчивости

- № 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Коэффициент передачи  $k$  разомкнутого контура дискретной системы с передаточной функцией  $W(z)=k/(z-1)$ , для устойчивости замкнутой системы с единичной отрицательной обратной связью должен удовлетворять условию...

1.  $k > 0$
2.  $-1$
3.  $0$
4.  $k < 1$

- № 8 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- В результате синтеза модального регулятора с использованием требуемого характеристического полинома системы в биномиальной форме величина перерегулирования в системе не будет превышать ...

1. 0%
2. 15%
3. 30%
4. 50%

- № 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа
- Динамика дискретной замкнутой системы описывается разностным уравнением

$$y[n+1] = -0,5y[n] + 8g[n], \quad g[n] = 0, \quad y[0] = C.$$



Собственное движение системы будет...

1. ... сходящимся к 8 аperiodическим
2. ... сходящимся к нулю аperiodическим
3. ... сходящимся к нулю колебательным
4. ... расходящимся

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие из представленных вариантов корней характеристического полинома соответствуют устойчивой дискретной системе?

1. 0,8 и -0,4
2.  $-2 \pm 0,8j$
3.  $-0,5 \pm 0,5j$
4. -0,2 и -1,2

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

При синтезе модального регулятора используются требования к показателям качества системы:

1. показатели точности
2. показатели запаса устойчивости
3. показатели быстродействия
4. показатели надежности

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Разомкнутый контур системы выполняет функцию цифрового аналога интегратора с передаточной функцией

$W(z) = 1/(z - 1)$ . При каких вариантах входного сигнала установившаяся ошибка в замкнутой системе с единичной отрицательной обратной связью будет иметь ограниченное значение?

1.  $g(n) = 8n$
2.  $g(n) = 3n^2$
3.  $g(n) = 10$
4.  $g(n) = n+2$