



ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов

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 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 — способность разрабатывать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере деятельности, для решения инженерных задач   |
| ОПК-8 — способен разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности |

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 анализа и синтеза нелинейных, цифровых и стохастических робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов;

*умения:*

строить и реализовывать модели нелинейных и дискретных систем средствами вычислительной техники с использованием современных средств моделирования, выполнять анализ качества процессов в нелинейных, дискретных и стохастических системах;

*навыки:*

решения задач синтеза линейных, нелинейных, дискретных и стохастических систем 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 *24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов*.

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 общеинженерные 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 разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности

### 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<br>в контактной форме |        |                           |                         | Самостоятельная<br>работа студентов | Формируемая<br>компетенция, % |       |
|---------------------|---------|---|-------|--|--------|---------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|-------|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                    | Лекции | Лабораторный<br>практикум | Практические<br>занятия |                                     | ОПК-5                         | ОПК-8 |
|                     |         |   |       |  |        |                           |                         |                                     |                               |       |
| 3                   | 6       | <b>Раздел 1. Раздел 1. Элементы современной теории управления.</b> 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       | <b>Раздел 2. Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах.</b> 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       | <b>Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем.</b> 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       | <b>Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.</b> 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       | <b>Раздел 5. Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления.</b> 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       | <b>Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления.</b> 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 экстраполяциями 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 анализа нелинейных систем.       | Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости алгебраическим способом | 2                 |
| 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.              | Анализ устойчивости и качества дискретной системы                                | 2                 |
| 15                 |   | Итоговое занятие   | 2                 |
| 16                 |   | Анализ дискретных систем   | 2                 |
| 17                 |   | Расчет процессов в дискретных системах   | 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                | Исследование автоколебаний в нелинейной системе                                    | 4                 |

|                           |  |   |           |
|---------------------------|--|---|-----------|
| 3                         | нелинейных систем.                                       | 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.       | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 4            |
| 6                  |   | Подготовка к практическим занятиям   | 1            |
| 7                  |   | Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ                                  | 4            |
| 8                  |   | Выполнение домашнего задания   | 3            |
| 9                  |   | Подготовка к контрольной работе  | 2            |
| 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                 |   | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 4            |
| 18                 | Раздел 6. Раздел 6. Теория дискретных систем управления.              | 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. Бортакровский. . 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, 166 экз.
3. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 169 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. Нелинейные и оптимальные системы. М.: Питер, 2006, 19 экз.
10. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
11. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
12. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
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 **24.05.05 Интегрированные системы летательных аппаратов**. 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 способен разрабатывать математические, имитационные и полунатурные модели робототехнических комплексов, объектов и подсистем вооружения и бортового оборудования летательных аппаратов, а также осуществлять синтез по критериям боевой и технико-экономической эффективности.

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 | А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (п. 1.4.2, подразд. 11.2)<br>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 4)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 1,2)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 1,2)<br>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 4.1)<br>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (подразд. 5.3,7.3,7.4,8.2,8.3)   | 2                  |
| Подготовка к практическим занятиям   | В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 2-4,17-18)<br>Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (подразд. 2.1, 3.6-3.8)   | 1                  |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы                                 | Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 1)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 9)<br>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)   | 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 | В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 3)<br>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, парагр. 17.1,17.2)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятие 3)<br>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 7.1)<br>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 25)<br>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 7.1,7.2)<br>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 1.2,2.1,3.1) | 2                  |
| Итого по разделу 2   |   | 2                  |
| <b>Раздел 3. Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем.</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. 8.2,8.3)<br>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 7,11-13)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 4-6)   | 4                  |
| 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)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 4-6)  | 1                  |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ                                  | Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторные работы 3,4)<br>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 28-29)   | 4                  |
| Выполнение домашнего задания   | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (парагр. 17.3, глава 18)  | 3                  |
| Подготовка к контрольной работе  | А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 8.2,8.3)   | 2                  |
| Итого по разделу 3   |   | 14                 |
| <b>Раздел 4. Раздел 4. Метод фазового пространства.</b>                              |   |                    |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, парагр. 7.1,7.4)<br>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.:   | 4                  |

|  |  |    |
|--|--|----|
| Подготовка к практическим занятиям   | Питер, 2005 (парагр. 3.3)  | 1  |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы                                 | А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 8.1)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 7-10)<br>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 8.1)<br>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 5)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 7-9)<br>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 2.1, глава 6) | 3  |
| 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  | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 22-24)  | 2  |
| Выполнение курсовой работы   | 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)  | 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)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 10-11)  | 1  |
| Итого по разделу 5   |  | 22 |
| <b>Раздел 6. Теория дискретных систем управления.</b>                                |  |    |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 14-15)<br>Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (разделы 1-3)<br>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)<br>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 5.1)<br>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)<br>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 2)   | 1  |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной  | В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 13-17)<br>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 12-13)<br>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)<br>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)   | 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.

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц                          | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |       | НАИМЕНОВАНИЕ<br>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   |  |

## Критерии оценивания

### ОПК-5

Вопросы открытого типа:

- № 1 Укажите последовательность действий для построения логарифмических псевдочастотных характеристик дискретной (импульсной) системы при заданных передаточных функциях непрерывной части и экстраполятора  $W(s)$ .
- № 2 Управляемость линейной системы, заданной моделью

$$\dot{X} = AX + BU$$

,

$$Y = CX$$

, 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...

ДОПОЛНИТЕ ФРАЗУ

- № 3 Наблюдаемость линейной системы, заданной моделью

$$\dot{X} = AX + BU$$

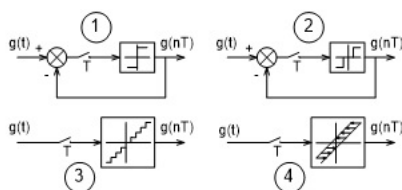
,

$$Y = CX$$

, 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...

ДОПОЛНИТЕ ФРАЗУ

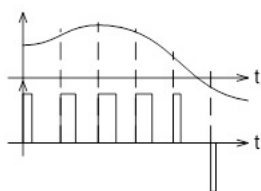
- № 4 Сформулируйте критерий управляемости для линейной системы ...
- № 5 Сформулируйте критерий наблюдаемости для линейной системы ...
- № 6 На рисунке показаны структурные схемы четырех элементов цифровой системы управления.



Аналого-цифровому преобразователю соответствует структура с номером ...

УКАЖИТЕ НОМЕР

- № 7 Входной и выходной сигналы импульсного элемента показаны на рисунке.



Какому виду модуляции соответствует такое преобразование сигнала?

- № 8 Дискретное преобразование Лапласа позволяет получить связь дискретных изображений Лапласа выходной и входной переменных при нулевых начальных условиях в виде ...

ВПИШИТЕ СЛОВСОЧЕТАНИЕ

- № 9 Найдите нули и полюса передаточной функции дискретной системы

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

- № 10 Какому условию должны соответствовать значения коэффициента  $a$ , чтобы замкнутая система, описываемая разностным уравнением

$$y[n+2] = a y[n] + b g[n],$$

была устойчивой?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 При синтезе модального регулятора используются требования к показателям качества системы: (выберите нужные)

- А) показатели точности;
- В) показатели запаса устойчивости;
- С) показатели быстродействия;

- № 2 D) показатели надежности.  
Оценивание неизменяемых переменных состояния объекта управления требуется для ...
- A) оценки качества управления;  
B) построения семейства переходных характеристик;  
C) реализации модального управления;
- № 3 D) проверки управляемости и наблюдаемости системы.  
В рамках метода гармонической линеаризации построение линеаризованной модели выполняется ...
- A) в окрестности математического ожидания входного сигнала нелинейной части системы;  
B) в окрестности «особой точки», соответствующей возможному состоянию равновесия системы;  
C) с учетом только первой гармоники возможного автоколебательного процесса в системе;
- № 4 D) в окрестности начала координат в фазовом пространстве.  
Спектральная плотность стационарного случайного процесса характеризует...
- A) распределение амплитуды колебаний по частотам;  
B) закон распределения процесса;  
C) распределение мощности колебаний по частотам;
- № 5 D) взаимную зависимость значений процесса, наблюдаемых в различные моменты времени.  
Метод статистической линеаризации позволяет получить приближенную зависимость между входным  $X$  и выходным  $Y$  сигналами нелинейного звена в виде
- $$Y = k_0 m_x + k_1 \overset{\circ}{X}$$
- , если статическая характеристика звена...
- A) однозначная;  
B) однозначная и четная;  
C) нечетная;
- № 6 D) однозначная и нечетная.  
Спектральный метод расчета случайного процесса в системе позволяет строить модели процессов...
- A) установившихся;  
B) для стационарных систем;  
C) переходных;  
D) для линейных систем;  
E) для нелинейных систем.
- № 7 **ВЫДЕЛИТЕ ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ**  
Установите соответствие между разностным уравнением замкнутой дискретной системы и его корнями:
- 1)  $y[n+2] = 4y[n+1] + 10g[n]$ ;  
2)  $y[n+2] = 0,25y[n] + 10g[n]$ ;  
3)  $y[n+2] = 10g[n]$ ;  
4)  $y[n+2] + 2y[n+1] + y[n] = g[n]$ ;
- A) 0 и 4;  
B) -1 и -1;  
C)  $\pm 0,5$ ;  
D) 0 и 0.
- № 8 Передаточная функция системы, описываемой разностным уравнением
- $$y[n+2] + 0,2y[n] = 5g[n],$$
- имеет вид ...
- A)  $5/(z^2 - 0,2)$ ;  
B)  $5/(z^2 + 0,2)$ ;  
C)  $5/(0,2z^2 + 1)$ ;  
D)  $1/(0,2z + 5)$ .
- № 9 Анализ устойчивости дискретной системы можно выполнить с применением критерия Гурвица, если к характеристическому полиному замкнутой системы предварительно применить билинейное преобразование вида ...
- A)  $z = (1+w)/(1-w)$ ;



- В)  $z = w/(1-w)$  ;  
 С)  $z = (1-w)/(1+w)$ ;  
 D)  $z = (1+w)/w$ .  
 № 10 Аналог первой производной непрерывной функции  $y(t)$  для последовательности ее отсчетов  $y[nT]$ , где  $T$  – период квантования времени,  $n$  – номер отсчета, может быть вычислен по формуле ...  
 А)  $y[nT] / T$ ;  
 В)  $\{ y[(n+1)T] - y[nT] \} T$ ;  
 С)  $\{ y[(n+1)T] - y[nT] \} / T$ ;  
 D)  $\{ y[(n+1)T] - y[nT] \}$ .

#### ОПК-8

Вопросы открытого типа:

- № 1 В результате синтеза модального регулятора с использованием требуемого характеристического полинома системы в биномиальной форме величина перерегулирования в системе не будет превышать ...%. **ВВЕДИТЕ ЧИСЛОВОЙ ОТВЕТ**  
 № 2 Модель линейной системы имеет вид:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -2x_1 + 2x_2, \\ \dot{x}_2 &= x_2 + 2u, \\ y &= x_1\end{aligned}$$

Проверка управляемости системы показывает, что система является...

**ВПИШИТЕ СЛОВО ИЛИ СЛОВСОЧЕТАНИЕ**

- № 3 Модель линейной системы имеет вид:

$$\begin{aligned}\dot{x}_1 &= -2x_1 + u, \\ \dot{x}_2 &= x_2 + x_1, \\ y &= x_1.\end{aligned}$$

Проверка наблюдаемости системы показывает, что система является...

**ВПИШИТЕ СЛОВО ИЛИ СЛОВСОЧЕТАНИЕ**

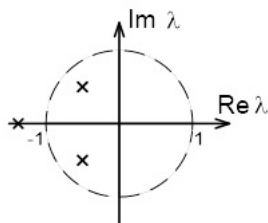
- № 4 Свойство фильтра линейной части системы позволяет при гармонической линеаризации...

**ВПИШИТЕ СЛОВСОЧЕТАНИЕ**

- № 5 Свойство фильтра линейной части системы позволяет при статистической линеаризации...

**ВПИШИТЕ СЛОВСОЧЕТАНИЕ**

- № 6 При расположении корней характеристического уравнения дискретной системы на комплексной плоскости, как показано на рисунке,



замкнутая система будет ...

**ВПИШИТЕ СЛОВО ИЛИ СЛОВСОЧЕТАНИЕ**

- № 7 Замкнутая система, описываемая разностным уравнением

$$y[n+2] - 0,8y[n+1] + 0,3y[n] = 0,2g[n], \dots$$

**ВПИШИТЕ СЛОВО ИЛИ СЛОВСОЧЕТАНИЕ**

- № 8 После подачи на вход дискретной системы единичного воздействия  $g[n] = 1$ , был зафиксирован максимум выходного сигнала, равный 1.2. Установившееся значение выходного сигнала составило 0.8. Укажите значение перерегулирования в процентах.

- № 9 Корни характеристического уравнения замкнутой дискретной системы равны:  $\lambda_{1,2} = \pm j0,3$ , где  $j$  – мнимая единица. Укажите значение степени устойчивости.

- № 10 Укажите последовательность действий для перехода от псевдочастотной передаточной функции регулятора или корректирующего устройства к алгоритму формирования сигнала управления.

Вопросы закрытого типа:

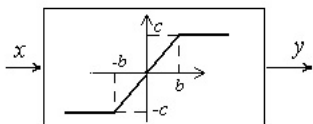
- № 1 Метод гармонической линеаризации для нелинейных систем управления основан на...

- А) разложении нелинейных членов уравнений системы в ряд Тейлора;  
 В) разложении сигнала в системе в ряд Фурье;  
 С) разложении сигнала на выходе нелинейной части в степенной ряд;  
 D) разложении сигнала ошибки в степенной ряд.

- № 2 Для использования метода гармонической линеаризации требуется наличие «свойства фильтра» ...

- А) только у линейной части системы;  
 В) только у нелинейной части системы;

- С) у объекта управления;  
 Д) у разомкнутой системы.
- № 3 В состав системы входит одно нелинейное звено со статической характеристикой



- Амплитуда автоколебаний на входе данного звена может быть...
- А) любой положительной;  
 В) не менее  $b$ ;  
 С) не более  $b$ ;  
 Д) при такой нелинейности автоколебания невозможны.

№ 4

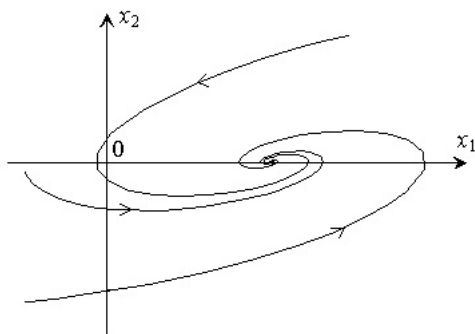
Модель системы задана уравнениями

$$\dot{x}_1 = x_2; \quad \dot{x}_2 = f(x_1, x_2, u),$$

где  $x_1, x_2$  – фазовые переменные,  $u$  – постоянный входной сигнал.

Показанный на рисунке фазовый портрет для данной системы ...

- А) возможен;  
 В) невозможен;  
 С) возможен только если функция  $f$  – линейная;  
 Д) возможен только если система устойчива.



№ 5

Модель системы второго порядка задана в форме  $\dot{X} = AX + Bu$ , где  $X$  – вектор фазовых переменных,  $u$  – постоянный входной сигнал. Уравнение  $\det(A - \lambda I) = 0$ , где  $I$  – единичная матрица, позволяет ...

- А) построить фазовую траекторию;  
 В) выяснить количество особых точек;  
 С) найти координаты особых точек на фазовой плоскости;  
 Д) проверить устойчивость и классифицировать особую точку.
- № 6 Особая точка на фазовой плоскости типа «седло»...
- А) соответствует устойчивому состоянию равновесия;  
 В) соответствует неустойчивому состоянию равновесия;  
 С) соответствует колебательной границе устойчивости;  
 Д) возможны разные варианты, ответ требует дополнительного анализа.
- № 7 Спектральная плотность стационарного случайного процесса может быть получена...

- А) дифференцированием функции распределения;  
 В) преобразованием по Лапласу корреляционной функции;  
 С) преобразованием по Фурье корреляционной функции;  
 Д) обратным преобразованием по Фурье корреляционной функции.
- № 8 Вещественный положительный корень характеристического уравнения дискретной системы, по модулю больший единицы, порождает в переходной составляющей решения разностного уравнения компоненту, которая будет ...
- А) колебательно затухать;  
 В) монотонно затухать;

С) монотонно возрастать;

Д) колебательно возрастать.

№ 9

Укажите правильное соотношение, если  $S_g(\omega)$  – спектральная плотность случайного входного сигнала системы,  $S_x(\omega)$  – спектральная плотность сигнала ошибки,  $\Phi$  – основная передаточная функция системы,  $\Phi_x$  – передаточная функция системы по ошибке.

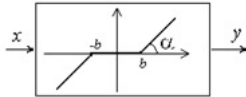
А)  $S_x(\omega) = |\Phi(j\omega)|^2 S_g(\omega)$ ;

В)  $S_x(\omega) = |\Phi_x(j\omega)|^2 S_g(\omega)$ ;

С)  $S_x(\omega) = |\Phi(j\omega)| S_g(\omega)$ ;

Д)  $S_x(\omega) = |\Phi_x(j\omega)| S_g(\omega)$ .

№ 10 В состав системы входит одно нелинейное звено со статической характеристикой



Амплитуда автоколебаний на входе данного звена может быть...

А) любой положительной;

В) не менее  $b$ ;

С) не более  $b$ ;

Д) при такой нелинейности автоколебания невозможны.