


УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета

  
(подпись) Юнаев Л. П.  
ФИО

«31» 05 2022

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

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

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ<br>(ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) |                    |        |                           |                         |                        |                 |                 |                               | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО<br>КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
|      |         |   | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ              | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ |        |                           |                         | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА |                 |                 |                               |                                |
|      |         |   |                                 | ВСЕГО              | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ<br>ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ<br>ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО                  | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ<br>САМОСТ. РАБОТЫ |                                |
| 4    | 8       | 3                                       | 108                             | 68                 | 34     | 17                        | 17                      | 40                     | 0               | 0               | 40                            | диф.<br>зач.                   |

*ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ*

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

**24.05.04 Навигационно-баллистическое обеспечение применения космической техники**

год набора группы: 2022

Программу составил:

Кафедра А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ  
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ  
Петрова Ирина Леонидовна, к.т.н., доцент



Программа рассмотрена  
на заседании кафедры-разработчика  
рабочей программы **А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

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



Программа рассмотрена  
на заседании выпускающей кафедры

**А5 ДИНАМИКА И УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЕТОМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

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



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ТАУ ДИСКРЕТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

**Разделы рабочей программы**

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

**Приложения к рабочей программе дисциплины**

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

# 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

|  |
|--|
| ОПК-1 — способность применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности |
| ПСК-5 — Способность к разработке структуры систем управления БПЛА  |
| ПСК-6 — Способность к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА  |

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

## **ОПК-1**

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления (САУ) летательных и космических аппаратов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ;
- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы исследования дискретных систем автоматического управления;
- знать принципы и методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления, передаточные функции и частотные характеристики дискретных САУ летательных и космических аппаратов;

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

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать дискретные системы управления летальных и космических аппаратов;
- составлять математические модели дискретных САУ;
- выполнять анализ дискретных САУ частотными методами;
- проводить исследование дискретных САУ летальных и космических аппаратов методами математического и натурального моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества дискретных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в дискретных системах управления летательными и космическими аппаратами;

навыки:

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

- математическим аппаратом теории дискретных САУ;
- методами синтеза и анализа устойчивости и точности дискретных САУ.

## **ПСК-5**

знания:

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления (САУ) летательных и космических аппаратов;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ;
- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы исследования дискретных систем автоматического управления;
- знать принципы и методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления, передаточные функции и частотные характеристики дискретных САУ летательных и космических аппаратов;

• знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ при детерминированных и случайных воздействиях;

умения:

теоретически и практически уметь –

- уметь классифицировать дискретные системы управления летальных и космических аппаратов;
- составлять математические модели дискретных САУ;



- выполнять анализ дискретных САУ частотными методами;
- проводить исследование дискретных САУ летальных и космических аппаратов методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества дискретных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в дискретных системах управления летательными и космическими аппаратами;

*навыки:*

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

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

#### **ПСК-6**

*знания:*

на уровне представлений:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления (САУ) летательных и космических аппаратов;

- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ;

на уровне воспроизведения и понимания:

- знать назначение и задачи дискретных систем управления летальных и космических аппаратов;
- знать методы исследования дискретных систем автоматического управления;
- знать принципы и методы построения математических моделей дискретных систем автоматического управления, передаточные функции и частотные характеристики дискретных САУ летательных и космических аппаратов;
- знать методы анализа устойчивости и точности дискретных САУ при детерминированных и случайных воздействиях, синтез корректирующих устройств;

*умения:*

теоретически и практически уметь –

- классифицировать дискретные системы управления летальных и космических аппаратов;
- составлять математические модели дискретных САУ;
- выполнять анализ дискретных САУ частотными методами;
- проводить исследование дискретных САУ летальных и космических аппаратов методами математического и натурного моделирования;
- выполнять анализ устойчивости и качества дискретных САУ;
- производить оценку установившихся режимов в дискретных системах управления летательными и космическими аппаратами;

*навыки:*

иметь навыки и владеть –

основными методами анализа и синтеза систем автоматического управления движением объектов:

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

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

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ТАУ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ, ВВЕДЕНИЕ В СПЕЦИАЛЬНОСТЬ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, ИНЖЕНЕРНЫЕ ПАКЕТЫ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ, ДИНАМИКА ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ, КОМПЬЮТЕРНЫЙ ПРАКТИКУМ, ТАУ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ.**

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БАЛЛИСТИКА, НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА В СЕМЕСТРЕ, БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛА.**

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, навыки теоретического и экспериментального исследования для решения различных задач профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ОПК-5 — Способен проводить системный и критический анализ мировых достижений в области ракетостроения и космической техники, тенденций развития навигационно-баллистического обеспечения применения космической техники
- ОПК-6 — Способен разрабатывать физические и математические модели объектов космических и ракетно-транспортных систем, и процессов их управления
- ПСК-2 — Способность к разработке методик исследования баллистических и динамических характеристик при моделировании траекторий полетов
- ПСК-3 — Способность к проведению анализа летно-технических характеристик ЛА
- ПСК-5 — Способность к разработке структуры систем управления БПЛА
- ПСК-6 — Способность к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

| КУРС                | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц  | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме |        |                        |                      | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % |       |       |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------|-------|
|                     |         |   |       | ВСЕГО                                 | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия |                                  | ОПК-1                      | ПСК-5 | ПСК-6 |
| 4                   | 8       | Раздел 1. Дискретные системы автоматического управления летальных и космических аппаратов. Введение. Содержание дисциплины. Решаемые задачи. Историческая справка.  | 2     | 2                                     | 2      | 0                      | 0                    | 0                                | 5                          | 5     | 5     |
| 4                   | 8       | Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. 2.1. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. 2.2. Дискретные системы: импульсные, цифровые, релейные. 2.3. Виды модуляции. 2.4. Решетчатая функция.               | 12    | 6                                     | 4      | 1                      | 1                    | 6                                | 15                         | 15    | 15    |
| 4                   | 8       | Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем. 3.1. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем. 3.2. Идеальный импульсный элемент. 3.3. Передаточные функции.  | 24    | 18                                    | 6      | 8                      | 4                    | 6                                | 15                         | 15    | 15    |
| 4                   | 8       | Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления. 4.1. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления. 4.2. W-преобразование. 4.3. Логарифмические частотные характеристики.  | 21    | 11                                    | 8      | 0                      | 3                    | 10                               | 20                         | 20    | 20    |
| 4                   | 8       | Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 5.1. Методы и критерии определения устойчивости дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 5.2. Методы и критерии определения качества дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. | 31    | 21                                    | 8      | 8                      | 5                    | 10                               | 30                         | 30    | 30    |
| 4                   | 8       | Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 6.1. Методы определения точности дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. 6.2. Методы коррекции дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.   | 18    | 10                                    | 6      | 0                      | 4                    | 8                                | 15                         | 15    | 15    |
| Всего за 8 семестр  |         |   | 108   | 68                                    | 34     | 17                     | 17                   | 40                               | 100                        | 100   | 100   |
| Всего по дисциплине |         |   | 108   | 68                                    | 34     | 17                     | 17                   | 40                               | 100                        | 100   | 100   |

#### 3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины  | Тема практического занятия  | Объем, ауд. часов |
|-------|--|---|-------------------|
| 1     | Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. | Контрольная работа №1.  | 0.5               |
| 2     |  | Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов.                            | 0.5               |
| 3     | Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.                              | Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов                             | 3.5               |
| 4     |  | Контрольная работа №1   | 0.5               |
| 5     | Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.   | Контрольная работа №1   | 1                 |
| 6     |  | Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов                             | 2                 |
| 7     | Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.              | Исследование точности и устойчивости контуров стабилизации летальных и космических аппаратов с импульсным элементом | 4                 |
| 8     |  | Контрольная работа №2   | 1                 |

|                           |  |   |           |
|---------------------------|--|---|-----------|
| 9                         | Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов. | Исследование качества контуров стабилизации летальных и космических аппаратов с импульсным элементом. | 3         |
| 10                        |  | Контрольная работа №2   | 1         |
| <b>Всего за 8 семестр</b> |  |   | <b>17</b> |

### 3.3. Лабораторный практикум

| № п/п                     | Номер и наименование раздела дисциплины  | Тема лабораторного практикума   | Объем, ауд. часов |
|---------------------------|--|---|-------------------|
| 1                         | Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. | Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов.                            | 1                 |
| 2                         | Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.                              | Исследование дискретных моделей контуров стабилизации летальных и космических аппаратов                             | 8                 |
| 3                         | Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.              | Исследование точности и устойчивости контуров стабилизации летальных и космических аппаратов с импульсным элементом | 8                 |
| <b>Всего за 8 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 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторной работе № 1 и контрольной работе № 1. | 6            |
| 2                         | Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.                              | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторной работе № 1 и контрольной работе № 1  | 6            |
| 3                         | Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.   | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе № 1.                           | 10           |
| 4                         | Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.              | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторной работе № 2 и контрольной работе № 2  | 10           |
| 5                         | Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.                 | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе № 2                            | 8            |
| <b>Всего за 8 семестр</b> |  |  | <b>40</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        |
| 8       |                 |   |   |   | Контр.Р. | ДР |   |   | ЛР, Отч. по ЛР | ДР |    | Контр.Р. | ВРЗД |    | ЛР, Отч. по ЛР | ДР | диф. зач. |

Условные обозначения:



- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Отч. по ЛР – отчет по ЛР;
- ВРЗД – вопросы по разделу;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы по разделу;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Основная литература по дисциплине:

1. 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.
2. 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.
3. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.

### 5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

### 5.3. Периодические издания:

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

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

1. <https://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
2. <http://www.tnt-ebook.ru> — TNT-EBOOK - Электронно-библиотечная система;
3. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
4. <http://library.voenmeh.ru> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
5. <https://ibooks.ru> — ЭБС Айбукс.ру - это большой выбор актуальной литературы для вашей библиотеки в электронном виде.

### 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. Microsoft Windows;
3. ANSYS 2020 R2;
4. Bloodshed Dev-C++;
5. MATLAB R 2015a;
6. Microsoft Office.

### 5.6. Информационные технологии:

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

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

### **6.1. Лекционные занятия:**

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

### **6.2. Практические занятия:**

1. образцы РКТ;
2. MATLAB R 2015a;
3. Microsoft Office;
4. Bloodshed Dev-C++.

### **6.3. Лабораторные занятия:**

1. образцы РКТ;
2. Труба больших скоростей Малая сверхзвуковая труба;
3. Matlab 2015a SP1;
4. Microsoft Windows;
5. ANSYS 2020 R2;
6. Bloodshed Dev-C++;
7. MATLAB R 2015a.

### **6.4. Прочее:**

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

### Аннотация рабочей программы

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

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

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

ПСК-5 Способность к разработке структуры систем управления БПЛА;

ПСК-6 Способность к разработке и исследованию алгоритмов функционирования системы управления БПЛА.

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

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы по разделу;
- контрольная работа.

**Промежуточная аттестация** проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 з.е., **108 ч**. Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**17 ч.**), лабораторный практикум (**17 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

## ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

### Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 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 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летательных и космических аппаратов во временной области.</b>                        |  |                    |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторной работе № 1 и контрольной работе № 1. | И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Введение. Разделы 1, 2. Приложения 2, 3.)<br>И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Введение. Разделы 1, 2. Приложения 2, 3.) | 6                  |
| Итого по разделу 2   |  | 6                  |
| <b>Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.</b>   |  |                    |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторной работе № 1 и контрольной работе № 1  | И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 1. Приложение 1.)<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 - 3. Приложения 2, 3.)            | 6                  |
| Итого по разделу 3   |  | 6                  |
| <b>Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.</b>  |  |                    |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка контрольной работе № 1.                             | И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Разделы 2, 3. Приложения 2, 3, 6.)<br>И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 1. Приложение 1.)          | 10                 |
| Итого по разделу 4   |  | 10                 |
| <b>Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летательных и космических аппаратов.</b>                                     |  |                    |
| Изучение предусмотренных   | И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория   | 10                 |



|  |   |    |
|--|---|----|
| программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к лабораторной работе № 2 и контрольной работе № 2 | автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 3. Приложение 2.) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 4. Приложения 1, 4, 5.)                           |    |
| Итого по разделу 5   |   | 10 |
| <b>Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летательных и космических аппаратов.</b>              |   |    |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по лекциям и рекомендуемой литературе. Подготовка к контрольной работе № 2  | И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Теория автоматического управления дискретных и цифровых систем летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (Практическая работа № 2.) И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017 (Раздел 5. Приложения 4, 5, 6) | 8  |
| Итого по разделу 6   |   | 8  |

## ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- вопросы по разделу;
- контрольная работа;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- 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.

#### Вопросы по разделу

Контрольные вопросы для подготовки к дифференцированному зачету в 8 семестре:

1. Дискретные системы автоматического управления летальных и космических аппаратов. Решаемые задачи.
2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области.
3. Дискретные системы: импульсные, цифровые, релейные.
4. Виды модуляции. Решетчатая функция.
5. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.
6. Идеальный импульсный элемент.
7. Передаточные функции дискретных систем.
8. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.
9. W-преобразование, z-преобразование. Логарифмические частотные характеристики.
10. Устойчивость дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.
11. Качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.
12. Точность дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.
13. Коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов

#### Контрольная работа

Успешное написание контрольной работы подразумевает правильное решение хотя бы одной задачи.

Типовые задачи для выполнения контрольной работы приведены в УМК по дисциплине

#### Лабораторная работа

Допуск к лабораторной работе (ЛР) не требуется. Студент обязан выполнять все ЛР в срок, сдать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

ЛР считается сданной, если студент полностью выполнил все задания, указанные в задании для ЛР и ответил на все вопросы преподавателя по теме ЛР.

#### Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе.

Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

При оформлении лабораторных работ требуется руководствоваться следующими рекомендациями: ЛР выполняются на листах бумаги формата А4.

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

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

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

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

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

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

Студент обязан выполнять все ЛР в срок и сдавать их преподавателю согласно графику мероприятий межсессионного контроля.

Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов,
- отсутствия необходимого графического материала

### **Дифференцированный зачет**

Обучающийся имеет право на получение минимальной положительной оценки при условии успешного прохождения текущего контроля успеваемости в форме диагностической работы в соответствии с графиком раздела 4.

Промежуточная аттестация по дисциплине проходит в форме дифференцированного зачета (включает в себя ответы на теоретические вопросы, решение задач), который оформляется при условии полного выполнения графика контрольных мероприятий.

Альтернативой получения оценки «удовлетворительно», при условии полного выполнения всех мероприятий, предусмотренных графиком контрольных мероприятий, является сдача Теста. (Вопросы для подготовки к тесту приведены выше, Тестовые задания представлены в Фондах оценочных средств.).

При правильном ответе хотя бы на 3 вопроса из Тестовых заданий обучающийся получает оценку «удовлетворительно»;

- оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, подобную задачам из выполненных контрольных работ и полностью ответил на 4 вопроса билета для дифференцированного зачета;

- оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он правильно решил задачу, подобную задачам из выполненных контрольных работ, полностью ответил на 3 вопроса билета для дифференцированного зачета;

- оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если он неправильно решил задачу и ответил только на 1 вопрос билета для дифференцированного зачета или не решил задачу и ответил на только на 2 вопроса билета для дифференцированного зачета;

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

Тестовые задания и билеты для дифференцированного зачета входят в состав в УМК по дисциплине

| 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-1                      | ПСК-5 | ПСК-6 |  |
|      |         |  |       |                                       |        |                        |                      |                                  |                            |       |       |  |
| 4    | 8       | Раздел 1. Дискретные системы автоматического управления летальных и космических аппаратов.                                     | 2     | 2                                     | 2      | 0                      | 0                    | 0                                | 5                          | 5     | 5     | Вопросы по разделу   |
| 4    | 8       | Раздел 2. Методы описания дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов во временной области. | 12    | 6                                     | 4      | 1                      | 1                    | 6                                | 15                         | 15    | 15    | Вопросы по разделу, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по ЛР |
| 4    | 8       | Раздел 3. Математические основы импульсных систем в виде разностных уравнений и структурных схем.                              | 24    | 18                                    | 6      | 8                      | 4                    | 6                                | 15                         | 15    | 15    | Вопросы по разделу, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по ЛР |
| 4    | 8       | Раздел 4. Частотные характеристики дискретных систем автоматического управления.   | 21    | 11                                    | 8      | 0                      | 3                    | 10                               | 20                         | 20    | 20    | Вопросы по разделу, Контрольная работа                                   |
| 4    | 8       | Раздел 5. Устойчивость и качество дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.              | 31    | 21                                    | 8      | 8                      | 5                    | 10                               | 30                         | 30    | 30    | Вопросы по разделу, Контрольная работа, Лабораторная работа, Отчет по ЛР |

|                            |   |   |     |    |    |    |    |    |     |     |     |   |
|----------------------------|---|---|-----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|---|
| 4                          | 8 | <b>Раздел 6. Точность и коррекция дискретных систем автоматического управления летальных и космических аппаратов.</b> | 18  | 10 | 6  | 0  | 4  | 8  | 15  | 15  | 15  | Вопросы по разделу,<br>Контрольная работа |
| <b>Всего за 8 семестр</b>  |   |   | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 | 100 | 100 |   |
| <b>Всего по дисциплине</b> |   |   | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 | 100 | 100 |   |