

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

| | |
|--|---|
| Направление/специальность подготовки | 09.03.01 Информатика и вычислительная техника |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Автоматизированные системы обработки информации и управления в бортовых вычислительных комплексах |
| Уровень высшего образования | Бакалавриат |
| Форма обучения | Очная |
| Факультет | И Информационных и управляющих систем |
| Выпускающая кафедра | И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ |
| Кафедра-разработчик рабочей программы | И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ |

| КУРС | СЕМЕСТР | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ) | ЧАСЫ (по наличию видов занятий) | | | | | | | | | ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ |
|------|---------|---|---------------------------------|--------------------|--------|---------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ | АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ | | | | САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА | | | | |
| | | | | ВСЕГО | ЛЕКЦИИ | ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ | ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ | ВСЕГО | КУРСОВОЙ ПРОЕКТ | КУРСОВАЯ РАБОТА | ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ | |
| 3 | 6 | 3 | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 0 | 0 | 40 | зач. |

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

год набора группы: 2024

Программу составил:

Кафедра И9 СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОМПЬЮТЕРНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ _____

Митин Фёдор Васильевич, 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

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Страхов С.Ю., д.т.н., проф. _____

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:

ПСК-4.2 — способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-4.2

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:

применять основные точные и приближенные методы для анализа нелинейных, дискретных и стохастических систем;;

навыки:

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

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ, ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОСНОВЫ ТЕОРИИ УПРАВЛЕНИЯ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА, ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
- ОПК-2 — Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности
- ПК-94 — способен к управлению информацией и данными, поиску источников информации и данных, восприятию, анализу, запоминанию и передаче информации с использованием цифровых средств, а также с помощью алгоритмов при работе с полученными из различных источников данными с целью эффективного использования полученной информации для решения задач
- ПСК-4.2 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ

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 | | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Элементы современной теории управления. 1.1. Понятия полной и частичной управляемости. Критерии наблюдаемости. 1.2. Понятия полной и частичной наблюдаемости. Критерии управляемости. 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. | 15 | 10 | 4 | 4 | 2 | 5 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах. 2.1. Классификация нелинейностей. 2.2. Особенности процессов в нелинейных системах, задачи и методы теории нелинейных систем. 2.3. Расчет процессов в нелинейных системах. Метод припасовывания. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 10 |
| 3 | 6 | Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем. 3.1. Метод гармонической линеаризации: основные положения, способы вычисления коэффициентов гармонической линеаризации. 3.2. Уравнение гармонического баланса. 3.3. Алгебраический способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 3.4. Частотный способ определения параметров периодических режимов и исследования их устойчивости. 3.5. Понятие абсолютной устойчивости нелинейной системы. Критерий абсолютной устойчивости В.М. Попова. 3.6. Исследование автоколебаний и абсолютной устойчивости в среде автоматизации инженерных и научных расчетов. | 31 | 18 | 6 | 6 | 6 | 13 | 20 |
| 3 | 6 | Раздел 4. Метод фазового пространства. 4.1. Выбор базиса и построение фазовых портретов линейных и нелинейных систем. 4.2. Типы особых точек и особых линий, расчет и анализ устойчивости состояний равновесия системы. 4.3. Анализ и синтез нелинейных законов управления методом фазовой плоскости. 4.4. Системы с переменной структурой. Скользящие режимы в нелинейных системах. 4.5. Исследование системы с переменной структурой в среде автоматизации инженерных и научных расчетов. | 23 | 15 | 8 | 4 | 3 | 8 | 20 |
| 3 | 6 | Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления. 5.1. Основные характеристики случайных процессов. 5.2. Спектральный метод расчета стационарных случайных процессов в системах управления. 5.3. Построение и расчет формирующих фильтров. 5.4. Метод статистической линеаризации. | 11 | 7 | 4 | 0 | 3 | 4 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 6. Теория дискретных систем управления. 6.1. Особенности цифровых и дискретных систем управления. Квантование сигнала. Модель импульсного элемента. Применение математического аппарата решетчатых функций и разностных уравнений для описания процессов в дискретных системах. 6.2. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства. Дискретная передаточная функция. 6.3. Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с экстраполяторами 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. | 24 | 16 | 10 | 3 | 3 | 8 | 20 |
| Всего за 6 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 |

3.2. Аудиторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема практического занятия | Объем, ауд. часов |
|-------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 1. Элементы современной теории управления. | Управляемость и наблюдаемость линейных систем. Модальное управление | 2 |
| 2 | Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем. | Расчет параметров автоколебаний и анализ их устойчивости | 2 |
| 3 | | Анализ абсолютной устойчивости нелинейных систем. | 2 |
| 4 | | Контрольная работа №1 | 2 |
| 5 | Раздел 4. Метод фазового пространства. | Анализ особых точек и построение фазовых портретов линейных систем | 2 |
| 6 | | Анализ особых точек и построение фазовых портретов нелинейных систем | 1 |

| | | | |
|--------------------|---|---|----|
| 7 | Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления. | Расчет характеристик стационарного случайного процесса в СУ | 1 |
| 8 | | Контрольная работа №2 | 2 |
| 9 | Раздел 6. Теория дискретных систем управления. | Анализ устойчивости и качества дискретной системы | 1 |
| 10 | | Анализ процессов в дискретных системах | 2 |
| Всего за 6 семестр | | | 17 |

3.3. Лабораторный практикум

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

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Содержание учебного задания | Объем, часов |
|-------|---|--|--------------|
| 1 | Раздел 1. 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. Анализ процессов в нелинейных системах. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 2 |
| 5 | 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 | 6 |
| 8 | | Подготовка к контрольной работе | 2 |
| 9 | Раздел 4. Метод фазового пространства. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 4 |
| 10 | | Подготовка к практическим занятиям | 1 |
| 11 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | 3 |
| 12 | Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 1 |
| 13 | | Подготовка к практическим занятиям | 1 |
| 14 | | Подготовка к контрольной работе | 2 |
| 15 | Раздел 6. Теория дискретных систем управления. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 4 |
| 16 | | Подготовка к практическим занятиям | 1 |

| | | |
|---------------------------|---|-----------|
| 17 | Подготовка к выполнению и защите лабораторной | 3 |
| Всего за 6 семестр | | 40 |

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 | Контр.Р. | | ДР | ЛР | | ЛР | Контр.Р. | | ДР | ЛР, Тест, зач. |

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- ЛР – лабораторная работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- Тест – тест;
- зач. – зачет.

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

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

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах. Москва: ИНФРА-М, 2016, эл. рес.
2. Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 169 экз.
3. В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления. СПб.: Профессия, 2003, 169 экз.
4. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, 142 экз.
5. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, эл. рес.
6. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 42 экз.
7. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, 93 экз.
8. В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019, эл. рес.
9. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, эл. рес.
10. В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 75 экз.
11. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы. М.: Питер, 2005, 19 экз.
12. И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. М.: Питер, 2006, 19 экз.
13. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
14. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 экз.
15. И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 157 экз.
16. И. Л. Коробова, В. Н. Щерба. . Применение преобразования Лапласа для решения инженерных задач. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2005, эл. рес.
17. И. Л. Петрова, В. Ю. Емельянов. . Анализ и синтез дискретных систем автоматического управления летательных аппаратов. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2017, эл. рес.
18. 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.
19. Н. П. Деменков. . Статистическая динамика систем управления. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017, 35 экз.
20. Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах . М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.
21. 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. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
3. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. 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:

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

6.2. Практические занятия:

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

6.3. Лабораторные занятия:

1. 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 **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *09.03.01 Информатика и вычислительная техника*. 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*:

ПСК-4.2 способность выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ.

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;
- контрольная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- 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. |
|--|--|--------------------|
| Раздел 1. Элементы современной теории управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 1) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 2-4,17-18) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 1,2) А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (п. 1.4.2, подразд. 11.2) 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, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 1,2) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 9) 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 | 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) И. Л. Коробова. Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 4) И. В. Мирошник. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 4.1) | 2 |
| Итого по разделу 1 | | 5 |
| Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | И. Л. Коробова. Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 25) И. В. Мирошник. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 1.2,2.1,3.1) | 2 |

| | | |
|--|--|----|
| | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 3)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, парагр. 17.1,17.2)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятие 3)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 7.1,7.2)</p> <p>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 7.1)</p> | |
| Итого по разделу 2 | | 2 |
| Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 8.2,8.3)</p> <p>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 8.2,8.3)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторные работы 3,4)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (парагр. 17.3, глава 18)</p> | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 4-6)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 28,29)</p> | 1 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ | <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 7,11-13)</p> | 6 |
| Подготовка к контрольной работе | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 4-6)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятия 3,6,7)</p> | 2 |
| Итого по разделу 3 | | 13 |
| Раздел 4. Метод фазового пространства. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 5)</p> <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 8.1)</p> | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 16, парагр. 7.1,7.4) | 1 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 7-9)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (лекции 7-10)</p> <p>Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических</p> | 3 |

| | | |
|--|--|---|
| | <p>системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 8.1)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 3.3)</p> <p>И. Л. Коробова, Б. П. Родин. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (занятия 13,14)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы: М.: Питер, 2006 (парагр. 2.1, глава 6)</p> | |
| Итого по разделу 4 | | 8 |
| Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | <p>Н. П. Деменков. . Статистическая динамика систем управления: М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017 (главы 1,6)</p> <p>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)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 22-24)</p> | 1 |
| Подготовка к практическим занятиям | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 11-12)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 11,12)</p> | 1 |
| Подготовка к контрольной работе | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 10-11)</p> | 2 |
| Итого по разделу 5 | | 4 |
| Раздел 6. Теория дискретных систем управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | <p>А. В. Пантелеев, А. С. Бортаковский. . Теория управления в примерах и задачах: Москва: ИНФРА-М, 2016 (подразд. 5.1)</p> <p>Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 2)</p> | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям | <p>Ю. В. Загашвили, А. А. Пугач. . Теория цифрового управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (разделы 1-3)</p> | 1 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной | <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 12-13)</p> <p>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)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 9.1)</p> <p>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)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (лекции 13-17)</p> <p>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)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем</p> | 3 |

| | | |
|--------------------|--|---|
| | <p>автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 14-15)</p> <p>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)</p> | |
| Итого по разделу 6 | | 8 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

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

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.

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.

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.

Зачет

Критерии оформления зачета определяются технологической картой дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств

| КУРС | СЕМЕСТР | Наименование разделов и дидактических единиц | ВСЕГО | Аудиторные занятия в контактной форме | | | | Самостоятельная работа студентов | Формируемая компетенция, % | НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА |
|---------------------|---------|---|-------|---------------------------------------|--------|------------------------|----------------------|----------------------------------|----------------------------|---|
| | | | | ВСЕГО | Лекции | Лабораторный практикум | Практические занятия | | ПСК-4.2 | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Элементы современной теории управления. | 15 | 10 | 4 | 4 | 2 | 5 | 15 | Лабораторная работа, Контрольная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 2. Анализ процессов в нелинейных системах. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 10 | Контрольная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 3. Частотные методы анализа нелинейных систем. | 31 | 18 | 6 | 6 | 6 | 13 | 20 | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 4. Метод фазового пространства. | 23 | 15 | 8 | 4 | 3 | 8 | 20 | Контрольная работа, Лабораторная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 5. Расчет случайных процессов в системах управления. | 11 | 7 | 4 | 0 | 3 | 4 | 15 | Контрольная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 6. Теория дискретных систем управления. | 24 | 16 | 10 | 3 | 3 | 8 | 20 | Лабораторная работа, Тест |
| Всего за 6 семестр | | | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 | |
| Всего по дисциплине | | | 108 | 68 | 34 | 17 | 17 | 40 | 100 | |

Критерии оценивания

ПСК-4.2

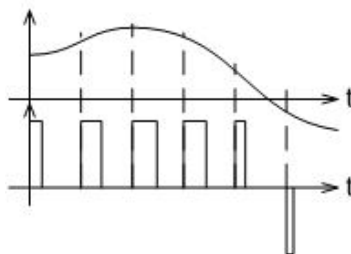
Вопросы открытого типа:

- № 1 Управляемость линейной системы, заданной моделью $\dot{X} = AX + BU$, где X – вектор переменных состояния, U – вектор входных сигналов, $Y = CX + DU$ – вектор выходных сигналов, A – собственная матрица, B – матрица (вектор) входов, C – матрица (вектор) выходов, определяется матрицами...
- № 2 Наблюдаемость линейной системы, заданной моделью $\dot{X} = AX + BU$, где X – вектор переменных состояния, U – вектор входных сигналов, $Y = CX + DU$ – вектор выходных сигналов, A – собственная матрица, B – матрица (вектор) входов, C – матрица (вектор) выходов определяется матрицами...
- № 3 Сформулируйте критерий управляемости для линейной системы ...
- № 4 Свойство фильтра линейной части системы позволяет при гармонической линеаризации...
- № 5 Порядок разностного уравнения $y[(n+2)T] + 0,2y[nT] = 5g[nT]$, где: T – период квантования времени, $n = 0, 1, \dots$ – дискретное время, равен ...
- № 6 Порядок разностного уравнения $y[(n+2)T] + 0,2y[(n+1)T] + y[nT] = g[nT] + 5g[(n-1)T]$, где T – период квантования времени, $n = 0, 1, \dots$ – номер такта, равен ...
- № 7 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.
- № 8 Разомкнутый контур системы выполняет функцию цифрового аналога интегратора с передаточной функцией $W(z) = 1/(z - 1)$.

На вход замкнутой единичной отрицательной обратной связью системы подано воздействие $g(n) = 5n$.

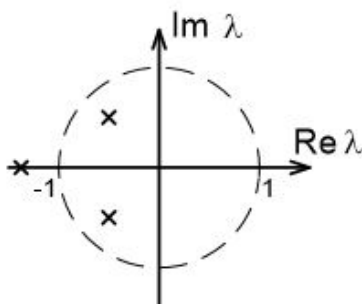
Укажите значение установившейся ошибки.

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



Какому виду модуляции соответствует такое преобразование сигнала?

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

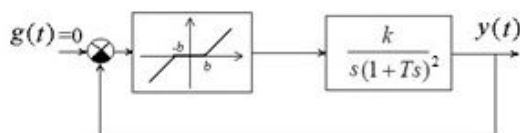


замкнутая система будет ...

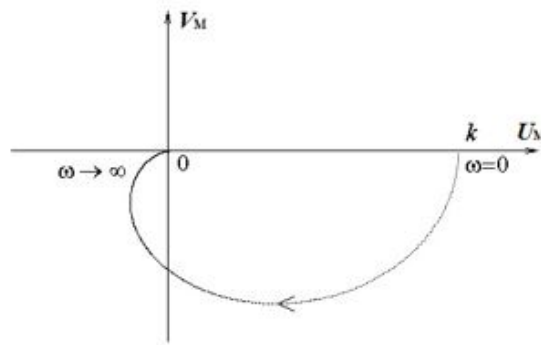
Вопросы закрытого типа:

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

- А) разложении нелинейных членов уравнений системы в ряд Тейлора
- Б) разложении сигнала в системе в ряд Фурье
- В) разложении сигнала на выходе нелинейной части в степенной ряд
- Г) разложении сигнала ошибки в степенной ряд
- № 2 В рамках метода гармонической линеаризации построение линеаризованной модели выполняется ...
- А) в окрестности математического ожидания входного сигнала нелинейной части системы;
- Б) в окрестности «особой точки», соответствующей возможному состоянию равновесия системы;
- С) с учетом только первой гармоники возможного автоколебательного процесса в системе;
- Д) в окрестности начала координат в фазовом пространстве.
- № 3



- Анализ возможности возникновения автоколебаний в данной системе методом гармонической линеаризации показывает:
- А) предельные циклы отсутствуют – автоколебания невозможны
- Б) возможен предельный цикл при определенном соотношении параметров, но он неустойчив – автоколебаний нет
- В) имеется один устойчивый предельный цикл – в системе установятся автоколебания
- Г) возможны два предельных цикла при определенном соотношении параметров, один из них устойчив и дает автоколебания
- № 4 Точность и достоверность результатов, получаемых методом гармонической линеаризации, определяются наличием «свойства фильтра» у нелинейной части системы
- № 5 Абсолютная устойчивость нелинейной системы имеет место, если...
- А) ее устойчивость нельзя нарушить уменьшением коэффициента передачи
- Б) устойчивы все состояния равновесия системы
- В) система асимптотически устойчива при любых начальных условиях
- Г) система асимптотически устойчива при любом виде нелинейности внутри определенного класса
- № 6 Модифицированный годограф линейной части системы имеет вид



Выделите правильные выводы для системы с одним нелинейным звеном с учетом класса нелинейности:

класс 1 - статическая характеристика нелинейного звена, удовлетворяет условию $0 \leq F(x) \leq kmx$;

класс 2 - статическая характеристика нелинейного звена, удовлетворяет условию $k0x \leq F(x) \leq kmx$

- А) при нелинейности из класса 1 система абсолютно устойчива
- Б) при нелинейности из класса 2 система абсолютно устойчива
- В) при нелинейности из класса 1 система не является абсолютно устойчивой
- Г) при нелинейности из класса 2 система не является абсолютно устойчивой
- Д) при нелинейности из класса 1 система будет абсолютно устойчивой при определенном соотношении значений параметров
- Е) при нелинейности из класса 2 система будет абсолютно устойчивой при определенном соотношении значений параметров
- № 7 Особая точка на фазовой плоскости типа «центр» для линейной системы ...
- А) соответствует устойчивому состоянию равновесия
- Б) соответствует неустойчивому состоянию равновесия
- В) соответствует колебательной границе устойчивости
- Г) возможны разные варианты, ответ требует дополнительного анализа
- № 8 Белый шум имеет закон распределения...
- А) равномерный
- Б) нормальный
- В) экспоненциальный
- Г) любой непрерывный закон
- № 9 Корреляционная функция стационарного случайного процесса является функцией...
- А) частоты
- Б) времени
- В) интервала времени между двумя значениями случайного процесса
- Г) оператора Лапласа
- № 10 Спектральная плотность стационарного случайного процесса характеризует...

А) распределение амплитуды колебаний по частотам

Б) закон распределения процесса

В) распределение мощности колебаний по частотам

Г) взаимную зависимость значений процесса, наблюдаемых в различные моменты времени