

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ

| | |
|--|--|
| Направление/специальность подготовки | 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы |
| Специализация/профиль/программа подготовки | Радиолокационные системы и комплексы |
| Уровень высшего образования | Специалитет |
| 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)**

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

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

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-1 — способность осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ПСК-1

знания:

принципов, математических схем, средств описания и анализа элементов и систем управления, включая непрерывные и дискретные системы;;

умения:

строить и использовать основные виды математических моделей систем и формы их представления: структурно-динамические схемы, передаточные функции, модели в пространстве состояний;

определять основные характеристики систем управления: временные, частотные, логарифмические частотные, владеть методами исследования устойчивости и качества систем управления;

навыки:

выполнения анализа устойчивости и точности линейных непрерывных и дискретных систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ЦЕПИ И СИГНАЛЫ, ЦИФРОВЫЕ И ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения
- ОПК-3 — Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
- ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных
- ОПК-8 — Способен использовать современные программные и инструментальные средства компьютерного моделирования для решения различных исследовательских и профессиональных задач
- ПСК-2 — Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы радиоэлектронных систем и комплексов, а также принципиальные схемы радиоэлектронных устройств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ
- ПСК-4 — Способен разрабатывать цифровые радиотехнические устройства на современной цифровой элементной базе с использованием современных пакетов прикладных программ
- ПСК-5 — Способен выполнять математическое моделирование объектов и процессов по типовым методикам, в том числе с использованием стандартных пакетов прикладных программ
- ПСК-6/23 — Способен решать задачи оптимизации существующих и новых технических решений в условиях априорной неопределенности с применением 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 | | ПСК-1 |
| 3 | 6 | Раздел 1. Основные понятия теории управления. 1.1. Понятия динамической системы, состояния и управления. Понятие объекта управления. 1.2. Фундаментальные принципы управления. Классификация систем управления (СУ) 1.3. Задачи анализа и синтеза систем управления. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 |
| 3 | 6 | Раздел 2. Математические модели непрерывных объектов и систем управления. Формы представления моделей. 2.1. Общие принципы построения математических моделей систем управления и их элементов. Обзор форм математического описания систем управления. 2.2. Понятие динамического звена. Уравнение и передаточная функция динамического звена. 2.3. Понятие структурно-динамической схемы системы. Построение и преобразование структурных схем. 2.4. Передаточные функции системы. 2.5. Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями. 2.6. Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма. | 9 | 6 | 4 | 0 | 2 | 3 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. 3.1. Переходная и весовая характеристики, способы их получения. 3.2. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика (АФХ). 3.3. Логарифмические частотные характеристики (ЛЧХ), правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАХ). 3.4. Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства. | 22 | 14 | 4 | 8 | 2 | 8 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 4. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных стационарных систем. 4.1. Понятие асимптотической устойчивости. Условия устойчивости. 4.2. Алгебраические критерии устойчивости. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем. 4.3. Частотный критерий устойчивости Найквиста. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии. 4.4. Понятия полной и частичной управляемости. Критерии управляемости. 4.5. Понятия полной и частичной наблюдаемости. Критерии наблюдаемости. | 18 | 10 | 6 | 2 | 2 | 8 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 5. Методы анализа систем управления. 5.1. Оценка качества системы по временным характеристикам. 5.2. Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы. 5.3. Оценка качества системы по частотным характеристикам. 5.4. Оценка точности СУ при степенных воздействиях. Коэффициенты ошибок. Понятие порядка астатизма и структурные признаки астатизма системы. Инвариантность систем управления. | 10 | 6 | 4 | 0 | 2 | 4 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 6. Методы синтеза систем управления. 6.1. Понятие закона управления. Основные виды законов управления и их свойства. 6.2. Методы повышения точности СУ. Комбинированное регулирование. 6.3. Синтез корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам. 6.4. Принципы построения модальных регуляторов по состоянию и по выходу объекта управления. 6.5. Постановка задачи оценивания состояния объекта управления. Наблюдатели состояния. 6.6. Идентификация внешних воздействий на систему. 6.7. Применение Scilab/Scicos для анализа систем управления. | 20 | 14 | 6 | 4 | 4 | 6 | 15 |
| 3 | 6 | Раздел 7. Теория дискретных систем управления. 7.1. 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. 7.2. Дискретное преобразование Лапласа. Z-преобразование и его основные свойства. Дискретная передаточная функция. 7.3. Дискретные передаточные функции непрерывной части системы с экстраполаторами нулевого и первого порядка. 7.4. Частотные характеристики дискретных СУ. Приближенная методика построения псевдочастотных характеристик. 7.5. Анализ устойчивости и качества дискретных систем. Оценка запаса устойчивости. Расчет установившихся ошибок. 7.6. Постановка задачи синтеза цифровых систем. Коррекция с помощью цифрового корректирующего устройства. 7.7. Синтез и исследование качества цифровой системы в среде Scilab/Scicos. | 25 | 16 | 8 | 3 | 5 | 9 | 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 2. Математические модели непрерывных объектов и систем управления. Формы представления моделей. | Составление уравнений и передаточных функций динамических звеньев и систем управления. | 2 |
| | | | |

| | | | |
|--------------------|---|--|----|
| 2 | Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. | Получение временных характеристик динамических звеньев | 2 |
| 3 | Раздел 4. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных стационарных систем. | Анализ устойчивости частотными методами | 2 |
| 4 | Раздел 5. Методы анализа систем управления. | Расчет установившихся ошибок. | 2 |
| 5 | Раздел 6. Методы синтеза систем управления. | Синтез корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам | 2 |
| 6 | | Синтез модальных регуляторов | 2 |
| 7 | Раздел 7. Теория дискретных систем управления. | Расчет процессов в дискретных системах | 2 |
| 8 | | Анализ устойчивости и качества дискретных систем | 3 |
| Всего за 6 семестр | | | 17 |

3.3. Лабораторный практикум

| № п/п | Номер и наименование раздела дисциплины | Тема лабораторного практикума | Объем, ауд.-часов |
|---------------------------|---|--|-------------------|
| 1 | Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. | Типовые динамические звенья и их характеристики | 3 |
| 2 | | Построение амплитудно-фазовых частотных характеристик | 3 |
| 3 | | Построение асимптотических ЛАХ | 2 |
| 4 | Раздел 4. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных стационарных систем. | Анализ устойчивости системы по логарифмическим частотным характеристикам | 2 |
| 5 | Раздел 6. Методы синтеза систем управления. | Исследование основных методов повышения точности систем автоматического управления | 4 |
| 6 | Раздел 7. 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. Основные понятия теории управления. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 2 |
| 2 | Раздел 2. Математические модели непрерывных объектов и систем управления. Формы представления моделей. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 2 |
| 3 | | Подготовка к практическому занятию | 1 |
| 4 | Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 3 |
| 5 | | Подготовка к практическому занятию | 1 |
| 6 | | Подготовка к практическому занятию | 4 |
| 7 | Раздел 4. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных стационарных систем. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 4 |
| 8 | | Подготовка к практическим занятиям | 1 |
| 9 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | 3 |

| | | | |
|--------------------|--|--|----|
| 10 | Раздел 5. Методы анализа систем управления. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 3 |
| 11 | | Подготовка к практическому занятию | 1 |
| 12 | Раздел 6. Методы синтеза систем управления. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 3 |
| 13 | | Подготовка к практическим занятиям | 1 |
| 14 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | 2 |
| 15 | Раздел 7. Теория дискретных систем управления. | Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | 4 |
| 16 | | Подготовка к практическим занятиям | 2 |
| 17 | | Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | 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 | | | ДР | ЛР | | ЛР | | ЛР | ДР | ЛР, Тест, зач. |

Условные обозначения:

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

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

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- тест.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Использование системы Scilab. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010, 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, Е. А. Курилова. . Основы теории управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015, эл. рес.
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, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020, 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. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, эл. рес.
13. И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011, 106 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. Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, 75 экз.
17. Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
18. Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах . М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

не требуются.

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

1. <https://ura1t.ru> — Главная – Образовательная платформа Юрайт. Для вузов и ссузов.;
2. <http://e.lanbook.com> — ЭБС Лань;
3. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;

<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

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

5.5. Программное обеспечение:

1. Matlab 2015a SP1;
2. Scilab 6.0.2;
3. комплекс контрольно-обучающих программ по курсу "Теория управления".

5.6. Информационные технологии:

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

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

6.4. Прочее:

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

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ТЕОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ** является дисциплиной **части, формируемой участниками образовательных отношений блока 1**, программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*. 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-1 способность осуществлять анализ состояния научно-технической проблемы, определять цели и выполнять постановку задач проектирования.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основными понятиями, принципами, методами анализа и синтеза непрерывных и дискретных 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;
- 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. Основные понятия теории управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 1) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 1) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекция 1) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (глава 1) Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (глава 1) | 2 |
| Итого по разделу 1 | | 2 |
| Раздел 2. Математические модели непрерывных объектов и систем управления. Формы представления моделей. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 1) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (главы 2-3) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 2-4) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (главы 2-3) И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 2-4,13) | 2 |
| Подготовка к практическому занятию | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 3,5) | 1 |
| Итого по разделу 2 | | 3 |
| Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 5-9) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем | 3 |

| | | |
|--|--|---|
| Подготовка к практическому занятию | автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 4) | 1 |
| Подготовка к практическому занятию | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 3,5-7) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятия 2-4, лабораторные работы 1,3,4,7) | 4 |
| Итого по разделу 3 | | 8 |
| Раздел 4. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных стационарных систем. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекции 8-11) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятия 5-7, лабораторная работа 6) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 5.1,5.2) Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (парагр. 6.1-6.3) | 4 |
| Подготовка к практическим занятиям | В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 6) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекция 1) | 1 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 10-15) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятие 1) | 3 |
| Итого по разделу 4 | | 8 |
| Раздел 5. Методы анализа систем управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 12) И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (глава 6) В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 16-17) В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (глава 8) | 3 |
| Подготовка к практическому занятию | Л. С. Исаков, Е. А. Курилова. . Основы теории систем радиоавтоматики: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (глава 3) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 8) | 1 |
| Итого по разделу 5 | | 4 |
| Раздел 6. Методы синтеза систем управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | Н. П. Деменков, Е. А. Микрин. Управление в технических системах : М.: Изд-во МГТУ им. Баумана. Золотая коллекция, 2017 (глава 10) В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2019 (лекции 1-2) | 3 |
| Подготовка к практическим занятиям | Б. Р. Андриевский, В. Ю. Емельянов, Б. Ф. Коротков. Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. | 1 |
| Подготовка к выполнению и | | 2 |

| | | |
|--|--|---|
| защите лабораторной работы | <p>Устинова, 2010 (лабораторная работа 1)</p> <p>И. Л. Коробова. . Теория автоматического управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2011 (лекция 12)</p> <p>В. Ю. Емельянов, О. Ф. Черкасов. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (лекции 18-20)</p> <p>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 9-10)</p> <p>И. В. Мирошник. . Теория автоматического управления. Линейные системы: М.: Питер, 2005 (парагр. 7.3, 7.4)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, Е. А. Курилова. . Основы теории управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2015 (занятие 9)</p> <p>В. Ю. Емельянов, А. Ю. Захаров, О. А. Мишина. . Теория управления: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2020 (занятия 1-2)</p> | |
| Итого по разделу 6 | | 6 |
| Раздел 7. Теория дискретных систем управления. | | |
| Изучение предусмотренных программой дидактических единиц по рекомендуемой литературе | <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>В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. . Теория систем автоматического управления: СПб.: Профессия, 2003 (главы 14-15)</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> | 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 13-17)</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> | 2 |
| Подготовка к выполнению и защите лабораторной работы | <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> <p>А. Б. Андриевский, Б. Р. Андриевский, А. Л. Фрадков. . Использование системы Scilab: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2010 (лабораторная работа 2)</p> | 3 |
| Итого по разделу 7 | | 9 |

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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

- диагностическая работа
- тест;
- 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.

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 лабораторным работам 1-4 необходимо успешное решение задач в диалоге с компьютером до появления на мониторе сообщения «Задание выполнено», формируемого контрольно-обучающей программой; оформление отчета не предусмотрено;
- по лабораторным работам 5,6 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-1 | |
| 3 | 6 | Раздел 1. Основные понятия теории управления. | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 | 2 | 5 | Тест |
| 3 | 6 | Раздел 2. Математические модели непрерывных объектов и систем управления. Формы представления моделей. | 9 | 6 | 4 | 0 | 2 | 3 | 15 | Тест |
| 3 | 6 | Раздел 3. Временные и частотные характеристики динамических звеньев и систем. | 22 | 14 | 4 | 8 | 2 | 8 | 15 | Лабораторная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 4. Устойчивость, управляемость и наблюдаемость линейных стационарных систем. | 18 | 10 | 6 | 2 | 2 | 8 | 15 | Лабораторная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 5. Методы анализа систем управления. | 10 | 6 | 4 | 0 | 2 | 4 | 15 | Тест |
| 3 | 6 | Раздел 6. Методы синтеза систем управления. | 20 | 14 | 6 | 4 | 4 | 6 | 15 | Лабораторная работа, Тест |
| 3 | 6 | Раздел 7. Теория дискретных систем управления. | 25 | 16 | 8 | 3 | 5 | 9 | 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-1

Вопросы открытого типа:

- № 1 В замкнутых системах сигнал управления формируется на основе ...

ДОПОЛНИТЕ ФРАЗУ

- № 2 Перечислите требования к записи дифференциального уравнения динамического звена.
- № 3 Укажите последовательность действий при составлении модели системы управления в форме структурно-динамической схемы.
- № 4 При каком условии система рассматривается как дискретная?
- № 5 В чем состоит взаимно-однозначное соответствие между дифференциальным уравнением и передаточной функцией звена или системы?
- № 6 Что называется весовой функцией?
- № 7 Перечислите типовые динамические звенья, у которых начальный участок асимптотической ЛАХ имеет отрицательный наклон
- № 8 Движение системы описывается дифференциальным уравнением

$$\frac{d^2 y(t)}{dt^2} + 3 \frac{dy(t)}{dt} = 50 g(t)$$

где: $y(t)$ – выходной сигнал, $g(t)$ - задающее воздействие, t - время.

- № 9 Сформулируйте и обоснуйте вывод об устойчивости системы.
Укажите последовательность действий при анализе устойчивости на основе алгебраического критерия устойчивости Гурвица.
- № 10 Исходя из каких требований формируется желаемая логарифмическая амплитудная характеристика?

Вопросы закрытого типа:

- № 1 Автоматическое управление – это ...
- А) автоматическое воздействие на объект, приводящее к улучшению его состояния;
- В) заданное воздействие на объект, приводящее к целенаправленному изменению его состояния;
- С) целенаправленное изменение свойств объекта (управляемого процесса), приводящее к улучшению его состояния;
- Д) целенаправленное воздействие на объект, приводящее к заданному изменению его состояния.
- № 2 Автоматизированные системы - это системы, ...
- А) выполняющие свои функции автоматически (без участия человека);
- В) выполняющие свои функции с помощью автоматизированных устройств;
- С) предназначенные для управления технологическими процессами с участием человека;
- Д) обеспечивающие целенаправленное изменение свойств объекта, приводящее к улучшению его состояния.
- № 3 Система рассматривается как нелинейная, если ...
- А) управляющее воздействие изменяется по нелинейному закону;
- В) хотя бы одно из её звеньев описывается нелинейным уравнением (алгебраическими, дифференциальными или разностным);
- С) задающие и возмущающие воздействия изменяются по нелинейным законам;

- № 4 D) управляемая величина изменяется по нелинейному закону.
Выберите из предложенного списка типовые динамические звенья, относящиеся к группе позиционных
- A) изотропное;
B) колебательное;
C) дифференцирующее с замедлением;
D) консервативное;
E) апериодическое 2-го порядка;
F) идеальное интегрирующее.
- № 5 При построении амплитудно-фазовой частотной характеристики в полярных координатах по осям откладываются значения ...
- A) частоты и модуля частотной передаточной функции системы;
B) модуля и аргумента частотной передаточной функции системы;
C) вещественной и мнимой частей частотной передаточной функции системы;
D) фазы и частоты выходного сигнала системы.
- № 6 При двукратном увеличении коэффициента передачи разомкнутой системы с передаточной функцией $W(s)=10/s(0,1s+1)$ частота среза системы ...
- A) увеличится;
B) уменьшится;
C) останется неизменной;
D) станет равной 10 1/с.
- № 7 Установите соответствие между названием типового динамического звена:
- 1) апериодическое звено второго порядка;
2) колебательное звено;
3) дифференцирующее звено с замедлением;
4) интегрирующее звено с замедлением
- и наклоном (наклонами) асимптотической ЛАХ (дБ/декаду);
- A) 0 -20 -40;
B) 0 -40;
C) 20 0;
D) -20 -40.
- № 8
- A) $D(s)=3s^2-2s+1$;
B) $D(s)=4s^4+2s^3+s^2+1$;
C) $D(s)=s^2+s+1$;
D) $D(s)=-3s^2-5s+2$.
- № 9 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.

№ 10

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) $1/(0,2z + 5)$.