**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Директор департамента образования
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# Теория автоматического управления

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **27.03.03 Системный анализ и управление**
Направленность (профиль) / специализация: **Системный анализ и управление в информационных технологиях**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФВС, Факультет вычислительных систем**
Кафедра: **КСУП, Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании**
Курс: **3**
Семестр: **5**
Учебный план набора 2015 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности | 5 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Лекции | 36 | 36 | часов |
| 2 | Практические занятия | 36 | 36 | часов |
| 3 | Лабораторные работы | 32 | 32 | часов |
| 4 | Всего аудиторных занятий | 104 | 104 | часов |
| 5 | Самостоятельная работа | 40 | 40 | часов |
| 6 | Всего (без экзамена) | 144 | 144 | часов |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 | часов |
| 8 | Общая трудоемкость | 180 | 180 | часов |
| | | 5.0 | 5.0 | З.Е. |

Экзамен: 5 семестр

Томск 2018

Согласована на портале № 23437

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 9 от « 24 » 4 2018 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рабочая программа дисциплины составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.03 Системный анализ и управление, утвержденного 11.03.2015 года, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры КСУП «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчик:

| | | |
|---|---|---|
| доцент каф. КСУП | _____ | Т. В. Ганджа |

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий обеспечивающей каф. КСУП | _____ | Ю. А. Шурыгин |

Рабочая программа дисциплины согласована с факультетом и выпускающей кафедрой:

| | | |
|---|---|---|
| Декан ФВС | _____ | Л. А. Козлова |
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | _____ | Ю. А. Шурыгин |

Эксперты:

| | | |
|---|---|---|
| профессор каф. КСУП | _____ | В. М. Зюзьков |
| доцент каф. КСУП | _____ | Н. Ю. Хабибулина |

Согласована на портале № 23437

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

Целью преподавания дисциплины является подготовка студентов к практическому применению методов теории автоматического управления для решения прикладных задач автоматизации и управления техническими, технологическими и другими объектами

### 1.2. Задачи дисциплины

– 1. Ознакомление студентов с современным состоянием теории автоматического управления;

– 2. Привитие студентам навыков теоретического анализа и синтеза систем автоматического управления;

– 3. Привитие студентам навыков проектирования и исследования систем автоматического управления.

–

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Теория автоматического управления» (Б1.В.ОД.16) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются: Математика, Основы системного подхода и системного анализа, Теоретические основы электротехники и электроника, Физика.

Последующими дисциплинами являются: Компьютерное моделирование систем, Основы проектирования систем и средств управления.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук;

– ОПК-3 способностью представлять современную научную картину мира на основе знаний основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

– ПК-1 способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности;

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

– **знать** формы представления математических моделей объектов и систем управления; методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления; основные принципы управления; методы синтеза систем управления.

– **уметь** применять методы получения математических моделей объектов автоматизации и управления; формулировать требования к свойствам систем; проводить сравнительный анализ свойств динамических систем; анализировать устойчивость и динамические свойства систем; производить синтез корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления.

– **владеть** современными системами автоматизации расчетов, аналитических преобразований математических выражений; системами компьютерного моделирования и анализа систем автоматического управления.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 5 семестр |

Согласована на портале № 23437

| | | |
|---|---|---|
| Аудиторные занятия (всего) | 104 | 104 |
| Лекции | 36 | 36 |
| Практические занятия | 36 | 36 |
| Лабораторные работы | 32 | 32 |
| Самостоятельная работа (всего) | 40 | 40 |
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 16 | 16 |
| Проработка лекционного материала | 12 | 12 |
| Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 12 | 12 |
| Всего (без экзамена) | 144 | 144 |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | 36 |
| Общая трудоемкость, ч | 180 | 180 |
| Зачетные Единицы | 5.0 | 5.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| Названия разделов дисциплины | Де к., ч | ра к. за | б. ра б., | м. ра б., | в (б ез | уе м ые ко м |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | | | |
| 1 Основные понятия теории автоматического управления | 4 | 4 | 4 | 5 | 17 | ОПК-1 |
| 2 Математические модели линейных объектов и систем | 6 | 4 | 4 | 5 | 19 | ОПК-1 |
| 3 Устойчивость линейных систем автоматического управления | 4 | 4 | 4 | 6 | 18 | ОПК-3 |
| 4 Качество управления линейными системами | 4 | 4 | 4 | 6 | 18 | ПК-1 |
| 5 Синтез линейных систем | 4 | 4 | 4 | 5 | 17 | ОПК-1 |
| 6 Динамические характеристики и устойчивость нелинейных систем управления | 6 | 6 | 0 | 2 | 14 | ОПК-1 |
| 7 Анализ процессов в нелинейных системах управления | 4 | 6 | 12 | 8 | 30 | ОПК-1 |
| 8 Оптимальные и субоптимальные системы | 4 | 4 | 0 | 3 | 11 | ОПК-1 |
| Итого за семестр | 36 | 36 | 32 | 40 | 144 | |
| Итого | 36 | 36 | 32 | 40 | 144 | |

### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

| Названия разделов | Содержание разделов дисциплины по лекциям | ое мк ос | ые ко |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Основные понятия | Предмет теории управления; основный понятия и | 4 | ОПК-1 |

Согласована на портале № 23437

| | | | |
|---|---|---|---|
| теории автоматического управления | определения | | |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математические модели линейных объектов и систем | Дифференциальные уравнения; составление математической модели; переходная и импульсная характеристика; переходная матрица; передаточная функция; модальные и частотные характеристики; типовые звенья; структурные схемы и их преобразования; канонические формы | 6 | ОПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 3 Устойчивость линейных систем автоматического управления | условия устойчивости; критерии устойчивости; области и запасы устойчивости | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Качество управления линейными системами | Показатели качества переходных процессов; анализ статических режимов; частотный и корневой методы анализа. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Синтез линейных систем | Постановка задачи синтеза; управляемость и наблюдаемость систем автоматического управления; частотный метод синтеза; модальный метод синтеза | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Динамические характеристики и устойчивость нелинейных систем управления | Нелинейные дифференциальные уравнения; пространство состояний; второй метод Ляпунова; частотный метод анализа устойчивости | 6 | ОПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Анализ процессов в нелинейных системах управления | метод фазовой плоскости; метод гармонического баланса; метод малого параметра; метод разделения движений; | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 8 Оптимальные и субоптимальные системы | Постановка задачи синтеза оптимальных систем; метод динамического программирования; метод максимума Понтрягина | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представлены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| Наименование дисциплин | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Предшествующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Математика | + | + | | + | | + | | |

Согласована на портале № 23437

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Основы системного подхода и системного анализа | | | | + | + | | + | |
| 3 Теоретические основы электротехники и электроника | | | + | + | + | + | + | + |
| 4 Физика | + | + | | + | | + | + | + |
| Последующие дисциплины | | | | | | | | |
| 1 Компьютерное моделирование систем | + | + | | | | + | + | |
| 2 Основы проектирования систем и средств управления | + | + | + | | | + | | + |

**5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий**

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Компетенции | Виды занятий | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. | Практ. зан. | Лаб. раб. | Сам. раб. | |
| ОПК-1 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| ОПК-3 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест |
| ПК-1 | + | + | + | + | Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Расчетная работа, Тест |

## 6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП.

## 7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов | Наименование лабораторных работ | ое мкость | ые ко |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Основные понятия теории автоматического управления | Применение пакетов компьютерной математики для анализа свойств линейных САУ | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математические модели линейных объектов и систем | Исследование частотных характеристик типовых звеньев первого порядка; Исследование временных характеристик типовых звеньев первого порядка | 4 | ОПК-1 |

Согласована на портале № 23437

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Итого | 4 | |
| 3 Устойчивость линейных систем автоматического управления | Исследование устойчивости линейных САУ с обратной связью | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Качество управления линейными системами | Исследование переходных процессов и точности САУ | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Синтез линейных систем | Синтез линейных САУ частотным методом | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 7 Анализ процессов в нелинейных системах управления | Исследование процессов к эколого-экономической системе предприятий нефтегазовой промышленности | 4 | ОПК-1 |
| | Исследование процессов к эколого-экономической системе предприятий нефтегазовой промышленности | 4 | |
| | Анализ автоколебательных процессов в нелинейных системах автоматического управления | 4 | |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 32 | |

## 8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов | Наименование практических занятий (семинаров) | ое мк ос | м ые ко |
|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | |
| 1 Основные понятия теории автоматического управления | Примеры систем автоматического управления | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 2 Математические модели линейных объектов и систем | Дифференциальные уравнения и передаточные функции; временные и частотные характеристики; эквивалентные преобразования линейных систем управления; метод переменных состояния | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 3 Устойчивость линейных систем автоматического управления | Алгебраические критерии устойчивости; частотные критерии устойчивости | 4 | ОПК-3 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Качество управления линейными системами | Решение исходного дифференциального уравнения системы, преобразования ЛАпласса и Карсона-Хэвисайда; Определение показателей качества линейных систем | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Синтез линейных систем | Синтез регулятора частотным методом; Синтез регулятора модальным методом | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |

Согласована на портале № 23437

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Динамические характеристики и устойчивость нелинейных систем управления | Исследование устойчивости по линейному приближению; второй метод Ляпунова; Частотный метод анализа устойчивости | 6 | ОПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 7 Анализ процессов в нелинейных системах управления | Метод гармонического баланса; способ Гольдфарба; способ Коченбургера; метод разделения движений | 6 | ОПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| 8 Оптимальные и субоптимальные системы | метод динамического программирования; метод максимума Понтрягина | 4 | ОПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 36 | |

## 9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| 1 Основные понятия теории автоматического управления | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 2 Математические модели линейных объектов и систем | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-1 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 3 Устойчивость линейных систем автоматического управления | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 2 | ОПК-3 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 4 Качество управления линейными системами | Подготовка к практическим занятиям, | 2 | ПК-1 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной |

Согласована на портале № 23437

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | семинарам | | | работе, Расчетная работа, Тест |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 6 | | |
| 5 Синтез линейных систем | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 5 | | |
| 6 Динамические характеристики и устойчивость нелинейных систем управления | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1 | Опрос на занятиях, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Итого | 2 | | |
| 7 Анализ процессов в нелинейных системах управления | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1 | Опрос на занятиях, Отчет по лабораторной работе, Расчетная работа |
| | Проработка лекционного материала | 1 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Оформление отчетов по лабораторным работам | 2 | | |
| | Итого | 8 | | |
| 8 Оптимальные и субоптимальные системы | Подготовка к практическим занятиям, семинарам | 1 | ОПК-1 | Опрос на занятиях |
| | Проработка лекционного материала | 2 | | |
| | Итого | 3 | | |
| Итого за семестр | | 40 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| Итого | | 76 | | |

Согласована на портале № 23437

## 10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП.

## 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|---|---|---|---|---|
| 5 семестр | | | | |
| Домашнее задание | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Опрос на занятиях | 5 | 5 | 5 | 15 |
| Отчет по лабораторной работе | | 10 | 20 | 30 |
| Расчетная работа | | | 10 | 10 |
| Итого максимум за период | 10 | 20 | 40 | 70 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Нарастающим итогом | 10 | 30 | 70 | 100 |

### 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

| Баллы на дату контрольной точки | Оценка |
|---|---|
| ≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 5 |
| От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 4 |
| От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 3 |
| < 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ | 2 |

### 11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка (ГОС) | Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен | Оценка (ECTS) |
|---|---|---|
| 5 (отлично) (зачтено) | 90 - 100 | A (отлично) |
| 4 (хорошо) (зачтено) | 85 - 89 | B (очень хорошо) |
| | 75 - 84 | C (хорошо) |
| | 70 - 74 | D (удовлетворительно) |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено) | 65 - 69 | |
| | 60 - 64 | E (посредственно) |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

Согласована на портале № 23437

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Кориков А.М. Основы теории управления: Учебное пособие для вузов / А.М. Кориков; Министерство образования Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - 2-е изд. - Томск: Издательство научно-технической литературы, 2002. - 391 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 131 экз.)

### 12.2. Дополнительная литература

1. Никулин Е.В. Основы теории автоматического управления. Частотные методы анализа и синтеза систем : Учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. - СПб. : БХВ-Петербург, 2004. - 631[9] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.)
2. Теория автоматического управления. Линейные системы : Учебное пособие для вузов / И. В. Мирошник. - СПб. : Питер, 2005. - 333[3] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 30 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Теория автоматического управления: Учебное методическое пособие / Лебедев Ю. М. - 2017. 74 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6909, дата обращения: 27.04.2018.
2. Теория автоматического управления: Руководство к лабораторным работам / Лебедев Ю. М. - 2017. 48 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6910, дата обращения: 27.04.2018.
3. Теория автоматического управления: Руководство к организации самостоятельной работы / Лебедев Ю. М., Коновалов Б. И. - 2006. 118 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/808, дата обращения: 27.04.2018.

#### 12.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

### 12.4. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Проф. базы данных - https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh
2. Проф. база данных - http://protect.gost.ru/
3. Информационная система - https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh/uis-rossiya
4. Информационно-аналитическая система Science Index РИНЦ - https://elibrary.ru/defaultx.asp
5. Информационная система - http://www.tehnorma.ru/

## 13. Материально-техническое обеспечение дисциплины и требуемое программное обеспечение

### 13.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

#### 13.1.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций,

Согласована на портале № 23437

текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с количеством посадочных мест не менее 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

**13.1.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий**

Лаборатория моделирования и системного анализа

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 317 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер (10 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– PTC Mathcad 13,14
– Макрокалькулятор
– Среда моделирования МАРС

**13.1.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ**

Лаборатория моделирования и системного анализа

учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 317 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер (10 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

– Макрокалькулятор
– Среда моделирования МАРС

**13.1.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 201 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Состав оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 5 шт.;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

Перечень программного обеспечения:

Согласована на портале № 23437

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

### 13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися **с нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

## 14. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

### 14.1. Содержание оценочных материалов и методические рекомендации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы в составе:

#### 14.1.1. Тестовые задания

| | |
|---|---|
| В регуляторе Уатта, используемом для стабилизации скорости вращения паровой машины, использовано управление | Без обратной связи |
| | По возмущению |
| | По разомкнутому циклу |
| | С обратной связью |

| | |
|---|---|
| Откликом линейной системы управления на единичное входное воздействие является | Передаточная функция |
| | Переходная характеристика |
| | Импульсная характеристика |
| | Амплитудно-частотная характеристика |

| | |
|---|---|
| Для системы уравнений метода переменных состояния $\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2 \\ \dot{x}_2 = -x_1 - 3x_2 + u \\ y = x_2 \end{cases}$ матрица А имеет вид | $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}$ |
| | $\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -3 & -1 \end{bmatrix}$ |
| | $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}$ |
| | $\begin{bmatrix} 0 & -1 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}$ |

Согласована на портале № 23437

| | |
|---|---|
| Объект управления считается устойчивым, нейтральным или неустойчивым в зависимости от | Поведения при возникновении возмущений |
| | Поведения при отсутствии возмущений |
| | Величины его реакции на входной сигнал |
| | Поведения после прекращения действия возмущения |

| | |
|---|---|
| Алгебраическим критерием устойчивости линейных САУ является | Критерий Михайлова |
| | Критерий Гурвица |
| | Критерий Найквиста |
| | Критерий Попова |

| | |
|---|---|
| Квадратная матрица $Q$ называется положительно определенной, если | квадратичная форма $x^T Q x$ положительна при любом ненулевом векторе $x$ |
| | Определитель матрицы больше нуля |
| | Она симметрична и все ее элементы – положительны |
| | Все ее собственные числа имеют отрицательные вещественные части |

| | |
|---|---|
| Режимом отработки возмущений называется | Процесс отработки постоянного входного воздействия |
| | Процесс отработки изменяющегося входного воздействия |
| | Процессы, вызванные в системе возмущениями при фиксированных начальных условиях и постоянном входном воздействии |
| | Процессы, вызванные в системе возмущениями при фиксированных начальных условиях и переменном входном воздействии |

| | |
|---|---|
| Если передаточная функция объекта задана в виде $W(p)=\frac{B(p)}{A(p)}$, то согласно второму условию разрешения задач синтеза должны иметь отрицательные вещественные части корни уравнения | $A(p)=0$ |
| | $A(p)+B(p)=0$ |
| | $A(p)=-1$ |
| | $B(p)=0$ |

| | |
|---|---|
| В качестве регулятора статики при модальном методе синтеза выступает | Интегрирующее звено |
| | Колебательное звено |
| | Дифференцирующее звено |
| | Апериодическое звено первого порядка |

Согласована на портале № 23437

| | |
|---|---|
| Нелинейная нестационарная система описывается системой уравнений | $\begin{cases}\dot{x} = f(t,x) + B(t,x)u \\ y = g(t,x)\end{cases}$ |
| | $\begin{cases}\dot{x} = f(x) + B(x)u \\ y = g(x)\end{cases}$ |
| | $\begin{cases}\dot{x} = f(t,x,u) \\ y = g(t,x)\end{cases}$ |
| | $\begin{cases}\dot{x} = f(t,x) \\ y = g(t,x)\end{cases}$ |

| | |
|---|---|
| Функция от переменных состояния $V(x)$ называется положительно определенной, если | $V(x) > 0 \quad \forall x$ |
| | $V(x) > 0 \quad \forall x \neq 0$<br>$V(0) = 0$ |
| | $V(x) < 0 \quad \forall x$ |
| | $V(x) < 0 \quad \forall x \neq 0$<br>$V(0) = 0$ |

| | |
|---|---|
| Метод гармонического баланса для нелинейной системы позволяет определить | Амплитуду и частоту свободных колебаний |
| | Амплитуду и фазу свободных колебаний |
| | Частоту и фазу свободных колебаний |
| | Амплитуду и фазу свободных колебаний |

| | |
|---|---|
| Мера разделимости движений в методе разделения движения зависим от | Среднеарифметического корня всех корней системы |
| | Среднегеометрических корней разнотемповых корней системы |
| | Среднеарифметических корней разнотемповых корней системы |
| | Среднегеометрического корня всех корней системы |

| | |
|---|---|
| Критерием оптимальности по быстродействию называется интегральный функционал | $J^O = \min\limits_{u \in \Omega_u} \int\limits_0^T x_i^2(t)\,dt$ |
| | $J^O = \min\limits_{u \in \Omega_u} \int\limits_0^T x^T P x\,dt$ |
| | $J^O = \min\limits_{u \in \Omega_u} \int\limits_0^T dt$ |
| | $J^O = \min\limits_{u \in \Omega_u} \int\limits_0^T u_j^2\,dt$ |

Согласована на портале № 23437

| | |
|---|---|
| Согласно критерию Гурвица система устойчива, если | ее определитель равен 0 |
| | ее определитель больше 0 |
| | больше 0 определители всех её главных минором |
| | равны 0 определители всех её главных миноров |

| | |
|---|---|
| Прямые показатели качества определяются по | Частотным характеристикам |
| | Импульсной характеристике |
| | Расположению корней характеристического уравнения |
| | Переходной характеристике |

| | |
|---|---|
| Система называется статической, если | Установившаяся ошибка равна нулю |
| | Ошибка по скорости равна нулю |
| | Установившаяся ошибка не равна нулю |
| | Ошибка по ускорению равна 0 |

| | |
|---|---|
| Режимом отработки входа называется | Процесс отработки постоянного входного воздействия |
| | Процесс отработки изменяющегося входного воздействия |
| | Процессы, вызванные в системе возмущениями при фиксированных начальных условиях и постоянных входных воздействиях |
| | Процессы, вызванные в системе возмущениями при фиксированных начальных условиях и переменных входных воздействиях |

| | |
|---|---|
| При синтезе линейных САУ требованиями динамики являются | Амплитуда и частота управляющего воздействия |
| | Установившееся значение |
| | Добротность по скорости |
| | Перерегулирование и время переходного процесса |

| | |
|---|---|
| Основное уравнение метода гармонического баланса для нелинейной системы составлено на основе | Метода Гурвица |
| | Метода Рауса |
| | Метода Найквиста |
| | Метода Михайлова |

### 14.1.2. Экзаменационные вопросы

Принципы автоматического управления. Пример комбинированной САУ.
Законы регулирования. Пример САУ с интегральным законом регулирования.

Согласована на портале № 23437

Законы регулирования. Пример САУ с пропорциональным законом регулирования.

Методика получения линейной математической модели. Пример получения математической модели генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

Характеристики САУ и ее элементов. Передаточная функция. Временные характеристики САУ. Показать на примере инерционного звена.

Характеристики САУ и ее элементов. Передаточная функция. Частотные характеристики САУ. Показать на примере реально-дифференцирующего звена.

Типовые динамические звенья. Инерционное звено; его частотные и временные характеристики.

Типовые динамические звенья. Реально-дифференцирующее звено; его частотные и временные характеристики.

Типовые динамические звенья. Идеально дифференцирующее звено; его частотные и временные характеристики.

Типовые динамические звенья. Интегрирующее звено; его частотные и временные характеристики.

Типовые динамические звенья. Колебательное звено; его частотные и временные характеристики.

Задачи, выполняемые САУ.

Понятие о минимально фазовых и неминимально - фазовых звеньях.

Способы соединения звеньев САУ.

Элементы структурных схем. Пример построения структурной схемы генератора постоянного тока с независимым возбуждением.

Правила структурных преобразований.

Характеристики звеньев, соединенных последовательно.

Устойчивость линейных САУ. Необходимое и достаточное условие устойчивости.

Критерии устойчивости. Алгебраический критерий Гурвица.

Частотные критерии устойчивости. Принцип аргумента. Критерий устойчивости Михайлова.

Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста для САУ, устойчивой в разомкнутом состоянии.

Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста для САУ, неустойчивой в разомкнутом состоянии.

Частотные критерии устойчивости. Критерий устойчивости Найквиста для САУ в разомкнутом состоянии, находящейся на границе устойчивости.

Следствие из критерия устойчивости Найквиста.

Точность САУ в установившемся режиме. Статическая ошибка

Точность САУ в установившемся режиме. Кинетическая ошибка.

Точность САУ в установившемся режиме. Ошибка по ускорению.

Точность САУ в установившемся режиме. Динамическая ошибка.

Оценка качества переходного процесса. Прямые показатели качества переходного процесса.

Косвенные показатели качества переходного процесса при оценке качества по частотным характеристикам разомкнутой САУ.

Косвенные показатели качества переходного процесса при оценке качества по частотным характеристикам замкнутой САУ.

Запас устойчивости по фазе и амплитуде.

Методы повышения качества САУ. Выбор и построение желаемой ЛАЧХ.

Синтез корректирующего устройства (КУ) с помощью частотных характеристик. Выбор КУ при последовательной коррекции.

Синтез корректирующего устройства (КУ) с помощью частотных характеристик. Выбор КУ при параллельной коррекции.

Синтез корректирующего устройства (КУ) с помощью частотных характеристик. Выбор КУ в цепи корректирующей обратной связи.

Методы повышения качества САУ. Характеристики КУ дифференцирующего типа.

Методы повышения качества САУ. Характеристики КУ интегрирующего типа.

Согласована на портале № 23437

Методы повышения качества САУ. Характеристики КУ интегро-дифференцирующего типа.

Методы повышения качества САУ. Основные виды КУ и их характеристики.

Использование ЖОС и ГОС в качестве КУ в обратной связи.

Методы повышения точности работы САУ.

Причины использования дискретных САУ. Виды квантования.

### 14.1.3. Темы опросов на занятиях

Предмет теории управления; основный понятия и определения

Дифференциальные уравнения; составление математической модели; переходная и импульсная характеристика; переходная матрица; передаточная функция; модальные и частотные характеристики; типовые звенья; структурные схемы и их преобразования; канонические формы

условия устойчивости; критерии устойчивости; области и запасы устойчивости

Показатели качества переходных процессов; анализ статических режимов; частотный и корневой методы анализа.

Постановка задачи синтеза; управляемость и наблюдаемость систем автоматического управления; частотный метод синтеза; модальный метод синтеза

Нелинейные дифференциальные уравнения; пространство состояний; второй метод Ляпунова; частотный метод анализа устойчивости

метод фазовой плоскости; метод гармонического баланса; метод малого параметра; метод разделения движений;

Постановка задачи синтеза оптимальных систем; метод динамического программирования; метод максимума Понтрягина

### 14.1.4. Темы домашних заданий

Формирование дифференциальных уравнений и передаточных функций типовых звеньев систем автоматического управления (САУ)

Получение и построение временных характеристик типовых звеньев САУ

Получение и построение частотных характеристик типовых звеньев САУ

Получение передаточной функции САУ на основе структурного метода

Алгебраические методы анализа устойчивости САУ

Частотные методы анализа устойчивости САУ

Частотный метод синтеза линейных САУ

Корневой метод синтеза САУ

Анализ устойчивости нелинейных систем

Анализ автоколебаний в нелинейных САУ

Анализ крупномасштабных систем

Синтез оптимальных систем с использованием метода максимума

Метод динамического программирования и классического вариационного исчисления

### 14.1.5. Темы расчетных работ

Анализ устойчивости и структурных свойств линейных САУ

### 14.1.6. Темы лабораторных работ

Применение пакетов компьютерной математики для анализа свойств линейных САУ

Исследование частотных характеристик типовых звеньев первого порядка; Исследование временных характеристик типовых звеньев первого порядка

Исследование устойчивости линейных САУ с обратной связью

Исследование переходных процессов и точности САУ

Синтез линейных САУ частотным методом

Исследование процессов к эколого-экономической системе предприятий нефтегазовой промышленности

Исследование процессов к эколого-экономической системе предприятий нефтегазовой промышленности

Анализ автоколебательных процессов в нелинейных системах автоматического управления

### 14.1.7. Методические рекомендации

Оценка степени сформированности заявленных в рабочей программе дисциплины

Согласована на портале № 23437

компетенций осуществляется как в рамках промежуточной, так и текущей аттестации, в т.ч. при сдаче экзамена, защите лабораторных работ, проведении практических занятий. Порядок оценки для текущих видов контроля определяется в методических указаниях по проведению лабораторных работ, практических занятий, организации самостоятельной работы.

### 14.2. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 14.

Таблица 14 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

| Категории обучающихся | Виды дополнительных оценочных материалов | Формы контроля и оценки результатов обучения |
|---|---|---|
| С нарушениями слуха | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы | Преимущественно письменная проверка |
| С нарушениями зрения | Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам | Преимущественно устная проверка (индивидуально) |
| С нарушениями опорно-двигательного аппарата | Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету | Преимущественно дистанционными методами |
| С ограничениями по общемедицинским показаниям | Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы | Преимущественно проверка методами исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 14.3. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

**Для лиц с нарушениями зрения:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме увеличенным шрифтом.

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:**

- в форме электронного документа;

Согласована на портале № 23437

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 23437