МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы теории автоматического управления

|  |  |
| --- | --- |
| **Перечень сведений**  **о рабочей программе дисциплины** | **Учетные данные** |
| **Модуль** М1.18  Автоматизация и управление техническими системами | **Код модуля**  1132342 |
| **Образовательная программа**  Информационные системы и технологии в машиностроении | **Код ОП** 09.03.02/08.01  **Учебный план** 6280 (версия 1) |
| **Направление подготовки**  Информационные системы и технологии | **Код направления**  **и уровня подготовки**  09.03.02 |
| **Уровень подготовки**  бакалавриат |
| **ФГОС ВО** | **Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО**:  12.03.2015 г. № 219 |

**Екатеринбург, 2017**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **ФИО** | **Ученая степень, ученое звание** | **Должность** | **Кафедра** | **Подпись** |
| 1 | Залазинский Александр Георгиевич | д.т.н. | профессор | Информационных технологий и автоматизации проектирования |  |

Руководитель модуля А.А. Петунин

Рекомендовано учебно-методическим советом Института новых материалов и технологий

Председатель УМС ИНМиТ М.П. Шалимов

Протокол № \_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г.

Руководитель образовательной программы (ОП), для которой реализуется модуль

А.А. Петунин

Согласовано:

Дирекция образовательных программ Р.Х. Токарева

1. **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ**

## Аннотация содержания дисциплины

Дисциплина «Основы теории автоматического управления» входит в вариативную по выбору студента часть образовательной программы в составе модуля «Автоматизация и управление техническими системами». Дисциплина направлена на освоение системного подхода при решении задач автоматического управления сложными техническими объектами. В процессе изучения дисциплины осуществляется подготовка студентов к выполнению трудовых функций и действий специалиста по автоматизации объектов машиностроения, технологических процессов механообработки, при выполнении которых требуются знания и умения, связанные с использованием вычислительной техники и программных средств, а также оборудования с числовым программным управлением. Совместно с другими дисциплинами модуля обеспечивает общую (стандартную) подготовку студента в области автоматизации и управления машиностроительного производства.

**Характеристика содержания дисциплины:**

В процессе изучения дисциплины рассматриваются следующие вопросы: системный подход при изучении сложных технических объектов; методология и методы теории управления техническими системами; методы решения задач математического моделирования и управления для механических, гидравлических и электрических систем; метод пространства состояний и отображение движения динамических систем в фазовом пространстве; методология анализа устойчивости динамических систем; методы решения задач синтеза оптимальных управлений; решение задач теории управления с использованием современных ЭВМ;

**Характеристика методических особенностей дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины включает лекции, практические занятия и самостоятельную работу студента. Основные формы интерактивного обучения: обучение на основе опыта, проблемное обучение, проектная работа и работа в командах.

Форма заключительного контроля при промежуточной аттестации - экзамен. Для проведения промежуточной аттестации по дисциплине разработаны фонд оценочных средств и балльно-рейтинговая система оценки учебной деятельности студентов.

Оценка по дисциплине выставляется в системе БРС и носит интегрированный характер, учитывающий результаты оценивания участия студентов в аудиторных занятиях, качества и своевременности выполнения лабораторных работ, экзамена.

**1.2.** **Язык реализации программы** - Русский.

## 1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Изучение дисциплины является этапом формирования у студента следующих компетенций:

|  |
| --- |
| **ОПК-4**: понимание сущности и значения информации в развитии современного информационного общества, соблюдение основных требований к информационной безопасности, в том числе защите государственной тайны |
| **ПК-15**: способность участвовать в работах по доводке и освоению информационных технологий в ходе внедрения и эксплуатации информационных систем |
| **ПК-30**: способность поддерживать работоспособность информационных систем и технологий в заданных функциональных характеристиках и соответствии критериям качества |
| **ПК-32**: способность адаптировать приложения к изменяющимся условиям функционирования |

Планируемый результат освоения дисциплины в составе названных компетенций:

способность применять современные средства и методы, направленные на автоматизацию производства и конструкторской и технологической подготовки производства, совершенствовать методы автоматизации производства и его подготовки.

В результате освоения дисциплины студент должен:

**Знать:**

* Методы анализа и синтеза сложных технических систем
* Основы теории управления механическими и гидравлическими системами

**Уметь:**

* Осуществлять анализ переходных процессов и устойчивости систем
* Решать задачи теории оптимального управления техническими системами

**Владеть:**

* Достаточным набором знаний, для выполнения выше указанных и др. расчетных и графических заданий.

**Демонстрировать навыки и опыт деятельности**по разработке и применению систем автоматического управления объектами машиностроительного производства для повышения эффективности производственной деятельности.

## Объем дисциплины

Очная форма обучения

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Виды учебной работы** | **Объем дисциплины** | | **Распределение объема дисциплины по семестрам (час.)** | | |
| **№**  **п/п** | **Всего часов** | **В т.ч. контактная работа (час.)** |  | 7 |  |
| **1.** | **Аудиторные занятия** | **51** | **51** |  | **51** |  |
| **2.** | Лекции | 17 | 17 |  | 17 |  |
| **3.** | Практические занятия | 34 | 34 |  | 34 |  |
| **4.** | Лабораторные работы |  |  |  |  |  |
| **5.** | **Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации** | **39** | **7.65** |  | **39** |  |
| **6.** | **Промежуточная аттестация** | 18 | **2.33** |  | **Э** |  |
| **7.** | **Общий объем по учебному плану, час.** | 108 | 60.98 |  | 108 |  |
| **8.** | **Общий объем по учебному плану, з.е.** | 3 |  |  | 3 |  |

# СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| **Код**  **раздела, темы** | **Раздел, тема**  **дисциплины** | **Содержание** |
| --- | --- | --- |
| **Р1** | Введение | Статические и астатические системы. Принципы управления. Функциональные, структурные и эквивалентные схемы систем управления |
| **Р2** | Моделирование систем. Задачи анализа и синтеза систем управления | Изоморфизм систем. Прямая и обратная задачи динамики систем. Задачи и методы анализа и синтеза систем управления. Метод пространства состояний. Структурный синтез систем управления. |
| **Р3** | Линеаризация систем. Операционное исчисление | Линеаризация систем. Передаточные функции. Переходные и частотные характеристики. Преобразование Лапласа. Теорема о свёртке. Решение дифференциальных уравнений. |
| **Р4** | Переходные процессы систем управления | Реакция систем на входной сигнал. Анализ импульсных систем. Оценка эффективности систем управления. Метод гармонической линеаризации для колебательных систем. Гармоническая линеаризация дискретных систем. |
| **Р5** | Анализ устойчивости | Анализ устойчивости систем методом Ляпунова. Критерии устойчивости линейных и нелинейных систем. Анализ устойчивости в дискретных системах. |
| **Р6** | Решение вариационных задач | Задачи вариационного исчисления. Функционал. Приращение и вариации функционала. Необходимое условие экстремума функционала. Задача Лагранжа. Канонические уравнения Эйлера. Вариационный метод синтеза цифровых регуляторов. |
| **Р7** | Оптимальное управление | Компоненты постановки задачи оптимального управления. Принцип максимума Понтрягина. Синтез оптимальных управлений. Принцип оптимальности Беллмана и метод динамического программирования. |

**3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ**

**3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Форма обучения: очная | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Объем модуля (зач.ед.): 9  Объем дисциплины (зач.ед.): 3 | | | | | | | |
| **Раздел дисциплины** | | | **Аудиторные занятия (час.)** | | | | **Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код раздела, темы | Наименование раздела, темы | **Всего по разделу, теме (час.)** | **Всего аудиторной работы (час.)** | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | **Всего самостоятельной работы студентов (час.)** | Подготовка к аудиторным занятиям (час.) | | | | | Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.) | | | | | | | | | | | | Подготовка к контрольным мероприятиям текущей аттестации (колич.) | | | Подготовка к  промежуточной аттестации по дисциплине (час.) | | Подготовка в рамках дисциплины к промежуточной аттестации по модулю (час.) | |
| **Всего (час.)** | Лекция | Практ., семинар. занятие | Лабораторное занятие | Н/и семинар, семинар-конфер., коллоквиум (магистратура) | **Всего (час.)** | Домашняя работа\* | Графическая работа\* | Реферат, эссе, творч. работа\* | Проектная работа\* | Расчетная работа, разработка программного продукта\* | Расчетно-графическая работа\* | Домашняя работа на иностр. языке\* | Перевод инояз. литературы\* | Курсовая работа\* | Курсовой проект\* | | **Всего (час.)** | Контрольная работа\* | Коллоквиум\* | Зачет | Экзамен | Интегрированный экзамен по модулю | Проект по модулю |
| Р1 | Введение | 3 | 2 | 2 |  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| Р2 | Моделирование систем. Задачи анализа и синтеза систем управления | 8 | 8 | 2 | 6 |  | 4 | 4 | 2 | 2 |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| Р3 | Линеаризация систем. Операционное исчисление | 17 | 11 | 3 | 8 |  | 6 | 6 | 1 | 5 |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| Р4 | Переходные процессы систем управления | 14 | 6 | 2 | 4 |  | 6 | 6 | 1 | 5 |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| Р5 | Анализ устойчивости | 8 | 4 | 2 | 2 |  | 4 | 4 | 1 | 3 |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| P6 | Решение вариационных задач | 24 | 12 | 4 | 8 |  | 10 | 8 | 4 | 4 |  |  | 2 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
| P7 | Оптимальное управление | 16 | 8 | 2 | 6 |  | 8 | 8 | 2 | 6 |  |  | 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | | 0 |  |  |
|  | **Всего (час),** без учета подготовки к аттестационным мероприятиям**:** | **90** | **51** | **17** | **34** | **0** | **39** | **37** | **12** | **25** | **0** | **0** | **2** | **2** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | **0** | | **0** | **0** | 0 |
|  | **Всего по дисциплине (час.):** | **108** | **51** |  | | | **57** | В т.ч. промежуточная аттестация | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |  | **18** |  |  |
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

## Лабораторные работы

Не предусмотрено.

## Практические занятия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Код**  **раздела, темы** | **Номер работы** | **Наименование работы** | **Время на**  **выполнение**  **работы (час.)** |
| P2 | 1 | Практическое занятие №1 «Моделирование движения физического маятника в среде компьютерной математики Matlab» | 1 |
| 2 | Практическое занятие №2 "Анализ работы центробежного регулятора" | 1 |
| 3 | Практическое занятие №3 «Синтез модели системы управления движением манипулятора» | 2 |
| 4 | Практическое занятие №4 «Моделирование работы контейнерного крана в пакете Simulink» | 2 |
| P3 | 5 | Практическое занятие №5 «Исследование разомкнутой линейной системы» | 4 |
| 6 | Практическое занятие №6 «Проектирование регулятора для линейной системы» | 4 |
| P4 | 7 | Практическое занятие №7 «Моделирование систем управления в среде Simulink» | 2 |
| 8 | Практическое занятие №8 «Проектирование привода магнитной головки жёсткого диска» | 2 |
| P5 | 9 | Практическое занятие №9 «Анализ устойчивости систем с обратной связью» | 1 |
| 10 | Практическое занятие №10 «Частотный синтез корректирующего устройства» | 1 |
| P6 | 11 | Практическое занятие №11 «Моделирование нелинейных систем управления» | 4 |
| 12 | Практическое занятие №12 «Оптимизация нелинейных систем» | 4 |
| P7 | 13 | Практическое занятие №13 «Цифровая реализация непрерывного регулятора» | 2 |
| 14 | Практическое занятие №14 «Синтез дискретного ПИД-регулятора» | 4 |
| **Всего** | | | 34 |

**4.3. Примерная тематика самостоятельной работы**

### Примерный перечень тем домашних работ

## Решение вариационных задач

### Примерный перечень тем графических работ

Не предусмотрено.

### Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено.

**4.3.4 Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов**

Не предусмотрено.

### Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)

Не предусмотрено.

### Примерный перечень тем расчетно-графических работ

Не предусмотрено.

### Примерный перечень тем курсовых проектов (курсовых работ)

Не предусмотрено.

* + 1. **Примерная тематика контрольных работ**

Не предусмотрено.

### 4.3.9. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено.

# 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, тем ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИя

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код раздела, темы дисциплины** | **Активные методы обучения** | | | | | | **Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение** | | | | | |
| Проектная работа | Кейс-анализ | Деловые игры | Проблемное обучение | Командная работа | Другие (указать, какие) | Сетевые учебные курсы | Виртуальные практикумы и тренажеры | Вебинары и видеоконференции | Асинхронные web-конференции и семинары | Совместная работа и разработка контента | Другие (указать, какие) |
| Р1 | Х |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р2 | Х |  |  |  | Х |  |  |  |  |  |  |  |
| Р3 | Х |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р4 | Х |  |  |  | Х |  |  |  |  |  |  |  |
| Р5 | Х |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Р6 | Х |  |  |  | Х |  |  |  |  |  |  |  |
| Р7 | Х |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

# 6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1)

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2)**

# 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3)

# 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ дисциплины

## 9.1.Рекомендуемая литература

## 9.1.1.Основная литература

1. Дядик В.Ф. Теория автоматического управления: учебное пособие / В.Ф. Дядик, С.А. Байдали, Н.С. Криницын; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. − Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 196 с.

2. Дорф Р. Современные системы управления / Дорф Р., Бишоп Р. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2006. - 832 с.

## 9.1.2.Дополнительная литература

1. Бесекерский В.А. Теория систем автоматического управления / Бесекерский В.А, Попов Е.П. - СПб.: Профессия, 2006. - 752 с.

2. Мирошник И.В. Теория автоматического управления: нелинейные и оптимальные системы: учебное пособие для вузов / Мирошник И.В. - СПб.: Питер, 2006. - 271 с.

3. Пантелеев А.В. Теория управления в примерах и задачах: учебное пособие / Пантелеев А.В., Бортаковский А.С. - М.: Высшая школа, 2003. - 583 с.

4. Ослэндер. Д.М. Управляющие программы для механических систем: объектно-ориентированное проектирование систем реального времени / Д.М. Ослэндер., Дж. Р. Риджли, Дж. Д. Ринггенберг - М.: БИНОМ, 2004. - 413 с.

## 9.2.Методические разработки

1. Залазинский А.Г. Анализ и синтез технических систем: курс лекций / А.Г. Залазинский - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2002. - 156 с.

2. Залазинский А.Г. Управление техническими системами: сборник задач / А.Г. Залазинский - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. - 48 с.

## 9.3.Программное обеспечение

1. ОС Windows
2. Система компьютерной математики Matlab

## 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. http://lib.urfu.ru – зональная научная библиотека УрФУ
2. http://study.urfu.ru – Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ
3. http://elibrary.ru. Сайт научной электронной библиотеки
4. http://www.mathworks.com – Официальный сайт фирмы MathWorks

## 9.5.Электронные образовательные ресурсы

1. Сайт журнала EXPonenta Pro: Математика в приложениях - http://www.exponenta.ru/journal.

# 10. мАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Аудиторный и лабораторный фонд университета.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**к рабочей программе дисциплины**

**6.1.Весовой коэффициент значимости дисциплины –** *100 · 6 / 240 =* **2,5**, в том числе, **коэффициент значимости курсовых работ/проектов, если они предусмотрены –** *не предусмотрено***.**

**6.2.Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1.Лекции**: **коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий –0,3** | | |
| **Текущая аттестация на лекциях** | **Сроки – семестр,**  **учебная неделя** | **Максимальная оценка в баллах** |
| *Посещение лекций* | *6* | *100* |
| **Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – *0,4*** | | |
| **Промежуточная аттестация по лекциям –** *ЭКЗАМЕН*  **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – *0,6*** | | |
|  | | |
| **2. Практические занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических занятий – 0,7** | | |
| **Текущая аттестация на практическим занятиям** | **Сроки – семестр,**  **учебная неделя** | **Максимальная оценка в баллах** |
| *Выполнение и презентация практической работы №1* | **6,3** | **20** |
| *Выполнение и презентация практической работы №2* | **6,4** |
| *Выполнение и презентация практической работы №3* | **6,5** |
| *Выполнение и презентация практической работы №4* | **6,6** | **20** |
| *Выполнение и презентация практической работы №5* | **6,7** |
| *Выполнение и презентация практической работы №6* | **6,8** |
| *Выполнение и презентация практической работы №7* | **6,9** | **30** |
| *Выполнение и презентация практической работы №8* | **6,10** |
| *Выполнение и презентация практической работы №9* | **6,11** |
| *Выполнение и презентация практической работы №10* | **6,12** |
| *Выполнение и презентация практической работы №11* | **6,13** | **20** |
| *Выполнение и презентация практической работы №12* | **6,14** |
| *Выполнение и презентация практической работы №13* | **6,15** |
| *Выполнение и презентация практической работы №14* | **6,16** | **10** |
| **Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим занятиям–***1,0* | | |
| **Промежуточная аттестация по практическим занятиям–** *не предусмотрена.*  **Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим занятиям–** *0,0* | | |
| **3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – «не предусмотрено»** | | |

**6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы**

«не предусмотрено»

**6.4. Коэффициент значимости семестровых результатов освоения дисциплины**

|  |  |
| --- | --- |
| **Порядковый номер семестра по учебному плану, в котором осваивается дисциплина** | **Коэффициент значимости результатов освоения дисциплины в семестре** |
| Семестр 6 | 1 |

**ПРИЛОЖЕНИЕ 2**

**к рабочей программе дисциплины**

**7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3**

**к рабочей программе дисциплины**

**8**. **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств предназначен для оценки:

1. соответствия фактически достигнутых каждым студентом результатов освоения дисциплины результатам, запланированным в формате дескрипторов «знать, уметь, иметь навыки» (п.1.3) и получения на основе БРС интегрированной оценки по дисциплине;
2. уровня освоения элементов компетенций, соответствующих этапу изучения дисциплины.

**8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС**

* + 1. Уровень освоения элементов компетенций, соответствующих этапу изучения дисциплины, в условиях применения БРС оценивается с использованием критериев и шкалы оценок, утвержденных УМС ММИ\*:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Критерии** | | | **Шкала оценок** |
| Рейтинг результата освоения дисциплины (баллы БРС) | Оценка по дисциплине | | Уровень освоения элементов компетенций |
| 100-80 | Отлично | Зачтено | Высокий |
| 80-60 | Хорошо | Повышенный |
| 60-40 | Удовлетворительно | Пороговый |
| менее 40 | Неудовлетворительно | Не зачтено | Элементы не освоены |

* + 1. Промежуточная аттестация по дисциплине представляет собой комплексную оценку, определяемую уровнем выполнения всех запланированных контрольно-оценочных мероприятий (КОМ), каждое из которых имеет свою значимость, учитываемую при определении рейтинга результата освоения дисциплины. Используемый набор КОМ имеет следующую характеристику:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Форма КОМ | Значимость КОМ | Состав КОМ |
| 1 | Посещение лекций | 0,1 | - |
| 2 | Выполнение и презентация четырнадцати аудиторных работ | 0,7 | 14 аудиторных работ |
| 5 | Зачет | 0,2 | 29 теоретических вопросов по разделам дисциплины;  7 задач по разделам дисциплины. |
|  | Σ | 1 |  |

Набор и значимость перечисленных КОМ реализованы в БРС дисциплины (см. Приложение 1). Характеристика состава заданий КОМ приведена в разделе 8.3.

* + 1. Оценка знаний, умений и навыков, продемонстрированных студентами при выполнении отдельных контрольно-оценочных мероприятий и оценочных заданий, входящих в их состав, осуществляется с применением следующей шкалы оценок и критериев:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Уровни оценки достижений студента (оценки)** | **Критерии**  **для определения уровня достижений** | **Значимость уровня оценки** |
| Выполненное оценочное задание: |
| Высокий (В) | соответствует требованиям\*, замечаний нет | 0,9 |
| Средний (С) | соответствует требованиям\*, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения | 0,65 |
| Пороговый (П) | не в полной мере соответствует требованиям\*, есть замечания | 0,40 |
| Недостаточный (Н) | не соответствует требованиям\*, имеет существенные ошибки, требующие исправления | 0,15 |
| Нет результата (О) | не выполнено или отсутствует | 0 |

Для определения начисляемого балла БРС по оценочному заданию, предусмотренный для него максимальный балл умножается на значимость уровня выставленной оценки (с округлением до целого числа).

* + 1. Оценка участия студента в аудиторных занятиях (посещение занятий) в баллах технологической карты БРС определяется: *Дается формализованное четкое описание порядка начисления баллов за участие студентов в аудиторных занятиях, например,*

на основе формулы, 

где – начисляемый балл технологической карты БРС за участие студента в аудиторной работе (посещение занятий),

– индекс участия студента в аудиторной работе, определяемый отношением числа часов занятий, на которых студент присутствовал, к числу часов занятий, проведенных преподавателем по дисциплине в течении семестра (область изменения индекса от 1 и до 0). Индекс рассчитывается по итогам семестра.

8.1.5. Оценка по дисциплине определяется по шкале БРС УрФУ на основании рейтинга результата освоения дисциплины, определяемого на основе БРС (Приложение 1) по формуле: *численные значения коэффициентов и виды мероприятий необходимо взять из технологической карты БРС*:

,

где – балл технологической карты БРС за посещение лекций,

– балл технологической карты БРС за посещение практических занятий и выполнение аудиторных заданий,

– балл технологической карты БРС, полученный студентом при сдаче экзамена.

**8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ**

В связи с отсутствием Дисциплины и ее аналогов, по которым возможно тестирование, на сайтах ФЭПО, Интернет-тренажеры и портале СМУДС УрФУ, тестирование в рамках НТК не проводится.

**8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ**

**И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

8.3.1. Перечень аудиторных заданий, выполняемых в ходе практических занятий:

В ходе выполнения практической работы №1 "Моделирование движения физического маятника в среде компьютерной математики Maтлаб " выполняются следующие задания:

1) Разрабатывается программа для моделирования движения маятника в среде Maтлаб;

2) Осуществляется отладка программы;

3) Определяется переходный процесс и фазовая траектория исследуемой системы;

4). Представляется отчёт о результатах выполненной работы.

В ходе выполнения практической работы №2 "Анализ работы центробежного регулятора" выполняются следующие задания:

1). Изучается математическая модель центробежного регулятора;

2). В среде Simulink осуществляется имитационное моделирование центробежного регулятора;

3). Представляются результаты анализа работы центробежного регулятора.

В ходе выполнения практической работы №3 «Синтез модели системы управления движением манипулятора» выполняются следующие задания:

1. Осуществляется синтез модели системы управления движением манипулятора

2. Реализуется имитационное моделирование управление движением манипулятора

3. Осуществляется построение фазовой траектории объекта управления.

4). Представляется отчёт о выполненной работе.

В ходе выполнения практической работы №4 «Моделирование работы контейнерного крана в пакете Simulink» выполняются следующие задания:

1). Осуществляется синтез модели системы управления контейнерным краном.

2). Реализуется имитационное моделирование управления крановой тележкой.

3). Осуществляется построение фазовой траектории объекта управления.

4). Представляется отчёт о выполненной работе.

В ходе выполнения практической работы №5 "Исследование разомкнутой линейной системы" выполняются следующие задания:

1) вводится модель системы в виде передаточной функции;

2) вводятся эквивалентные модели в пространстве состояний и в форме «нули-полюса»;

3) определяется коэффициент усиления в установившемся режиме и полоса пропускания системы;

4) определяются импульсная и переходная характеристики, карта расположения нулей и полюсов, частотная характеристика;

5) научается использование окна **LTIViewer** для построения различных характеристик;

6) изучаются процессы на выходе линейной системы при произвольном входном сигнале.

В ходе выполнения практической работы №6 "Проектирование регулятора для линейной системы" выполняются следующие задания:

1) научаются и строятся модели соединений линейных звеньев;

2) с использованием модуля **SISOTool** осуществляется проектирования простейших регуляторов.

В ходе выполнения практической работы №7 "Моделирование систем управления в среде Simulink" выполняются следующие задания:

1) научается создание и редактировать модели систем управления в пакете Simulink;

2) научается изменение параметров блоков;

3) осуществляется построение переходных процессов;

4) оформляются результаты моделирования

5) изучается метод компенсации постоянных возмущений с помощью ПИД-регулятора.

В ходе выполнения практической работы №8 "Проектирование привода магнитной головки жёсткого диска" выполняются следующие задания:

1) изучение функциональной схемы привода магнитной головки жёсткого диска;

2) моделирование динамики работы жёсткого диска;

3) синтез системы управления с обратной связью;

4) анализ работы привода магнитной головки жёсткого диска.

В ходе выполнения практической работы №9 "Анализ устойчивости систем с обратной связью" выполняются следующие задания:

1) определяется переходная функция разомкнутой системы;

2) рассчитывается передаточная функция замкнутой системы;

3) приводятся расчетные выражения для обоснования устойчивости замкнутой системы по критерию Гурвица;

4) строится годограф Найквиста разомкнутой системы, на основании которого делается вывод об устойчивости замкнутой системы;

5) определяется переходная функция замкнутой системы;

6) осуществляется проверка полученных результатов путем компьютерного моделирования переходных процессов разомкнутой и замкнутой системы в MatLab & Simulink;

6) результаты исследования замкнутой системы представляются в отчёте о выполненой работе.

В ходе выполнения практической работы №10 "Частотный синтез корректирующего устройства" выполняются следующие задания:

1) определяется переходная характеристика системы;

2) оцениваются устойчивость системы, время переходного процесса и колебательность;

3) рассчитываются параметры для построения частотных характеристик системы;

4) определяется переходная функция корректирующего устройства.

5) в среде пакета MatLab строится переходная характеристика скорректированной системы и оценивается устойчивость системы, время переходного процесса и колебательность.

В ходе выполнения практической работы №11 "Моделирование нелинейных систем управления" выполняются следующие задания:

1) изучается создание и редактирование моделей с подсистемами;

2) научается использование нелинейных звенья типа «насыщение»;

3) научается построение несколько графиков в одном окне виртуального осциллографа;

4) научается создание, редактирование и отладка программного кода скрипт-файлов.

В ходе выполнения практической работы №12 "Оптимизация нелинейных систем" выполняются следующие задания:

1) изучается копирование подсистем из одной модели в другую;

2) изучаются приемы, позволяющие частично компенсировать нелинейность типа «насыщение» в системе с ПИД-регулятором;

3) осваивается работа в пакете **NCD** (*Nonlinear Control Design*).

В ходе выполнения практической работы №13 "Цифровая реализация непрерывного регулятора" выполняются следующие задания:

1) изучение методов переоборудования непрерывных регуляторов в Matlab;

2) осуществляется моделирование систем с цифровыми регуляторами;

3) изучается выбор интервала квантования.

В ходе выполнения практической работы №14 "Синтез дискретного ПИД-регулятора" выполняются следующие задания:

1) изучается структурная схемы дискретного ПИД-регулятора;

2) ставится задача управления транспортным средством с использованием дискретного ПИД-регулятора;

3) создаётся имитационная модель системы управления.

4) осуществляется имитационное моделирование системы управления транспортным средством;

5) представляется отчёт о результатах выполнения практической работы.

**8.3.2. Перечень примерных вопросов для экзамена**

1. Определение динамической системы.
2. Вход – выход – состояние системы.
3. Статические и астатические системы.
4. Основные принципы управления.
5. Изоморфизм систем.
6. Прямая и обратная задачи динамики систем.
7. Задачи и методы анализа и синтеза систем управления.
8. Метод пространства состояний.
9. Структурный синтез и параметрическая оптимизация.
10. Передаточные функции систем и элементарных звеньев.
11. Переходные и частотные характеристики систем.
12. Преобразование Лапласа.
13. Теорема о свёртке.
14. Определение реакции системы на входной сигнал.
15. Оценка эффективности технических систем.
16. Применение метода гармонической линеаризации.
17. Первая теорема Ляпунова.
18. Функции Ляпунова и устойчивость нелинейных систем.
19. Основная задача вариационного исчисления.
20. Приращение и вариации функционала.
21. Необходимое условие экстремума функционала.
22. Разновидности задач вариационного исчисления.
23. Задача Лагранжа.
24. Введение в теорию оптимального управления.
25. Компоненты постановки задачи оптимального управления.
26. Принцип максимума Понтрягина.
27. Синтез оптимальных управлений.
28. Суть метода динамического программирование.
29. Методы численной реализации задач динамического программирования.

**Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации**

## «не предусмотрено»

**Ресурсы ФЭПО** **для проведения независимого тестового контроля**

## «не предусмотрено»

**8.3.3.** **Интернет-тренажеры**

## «не предусмотрено»

**Примеры описания заданий КОМ:**

## «не предусмотрено»

**Перечень заданий реферата.**

## «не предусмотрено»

**ОГЛАВЛЕНИЕ**

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ..........................................................................3

**1.1. Аннотация содержания дисциплины** 3

**1.2. Язык реализации программы**........................................................................................3

**1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине** 4

**1.4. Объем дисциплины** 4

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 5

3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ 6

**Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины** 7

4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ 7

**4.1. Лабораторные работы** 7

**4.2. Практические занятия** 7

**4.3. Примерная тематика самостоятельной работы** 8

5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, тем ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ 8

6. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ (Приложение 1) 9

7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ (Приложение 2) 9

8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 3) 9

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ дисциплины 9

**Рекомендуемая литература** 9

**Методические разработки** 9

**Программное обеспечение** 9

**Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы** 9

**Электронные образовательные ресурсы** 9

10 MАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 9

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 10

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 11

ПРИЛОЖЕНИЕ 3 12