**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# РОБОТОТЕХНИКА

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **27.04.04 Управление в технических системах**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление и автоматизация технологических процессов и производств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет вычислительных систем (ФВС)**
Кафедра: **Кафедра компьютерных систем в управлении и проектировании (КСУП)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 2 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 18 | 18 | часов |
| Практические занятия | 18 | 18 | часов |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 | часов |
| Курсовой проект | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 108 | 108 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 180 | часов |
| | 5 | 5 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Зачет с оценкой | 2 |
| Курсовой проект | 2 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 73319

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины “Робототехника” является ознакомление с областью науки и техники, ориентированной на создание и программирование роботов и робототехнических систем, предназначенных для автоматизации сложных технологических процессов и операций, для замены человека при выполнении тяжелых и опасных работ. В процессе изучения дисциплины формируется способность самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения в предметной области, способность ставить цели в области автоматического управления, способность применять современные методы разработки технического, информационного и алгоритмического обеспечения, способность формировать технические задания на проектирование роботизированных линий.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Приобретение обучающимся знаний, навыков и умений по осуществлению научно-исследовательской деятельности, в частности, математического описания робототехнических систем, разработки новых методов управления, принципов группового управления роботами, проведения экспериментальных исследований в области робототехники.
2. Приобретение обучающимся знаний, навыков и умений по осуществлению проектно-конструкторской деятельности, в части разработки отдельных подсистем и устройств, включая элементы конструкции, датчики, приводы исполнительных механизмов, протоколы и интерфейсы связи.
3. Приобретение обучающимся знаний, навыков и умений по осуществлению эксплуатационной деятельности – отладка, испытания и модернизация робототехнических систем, поддержание их в исправном состоянии.
4. Приобретение обучающимся знаний, навыков и умений по осуществлению организационно-управленческой деятельности, а именно - организация работы коллектива, осуществление технического контроля за работой производства, использующего робототехнические системы, обеспечение высоких показателей производственной деятельности.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.ДВ.03.01.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

| Компетенция | Индикаторы достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|
| **Универсальные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Общепрофессиональные компетенции** | | |
| - | - | - |
| **Профессиональные компетенции** | | |

Согласована на портале № 73319

| | | |
|---|---|---|
| ПК-1. Способен проектировать, разрабатывать элементы и системы управления технологическими процессами | ПК-1.1. Знает элементы и системы управления технологическими процессами | Знает элементы и системы управления роботами |
| | ПК-1.2. Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления технологическими процессами | Умеет проектировать, разрабатывать элементы и системы управления роботами |
| | ПК-1.3. Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления технологическими процессами | Владеет навыками проектирования, разработки элементов и систем управления роботами |

## 4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | Всего часов | Семестры |
|---|---|---|
| | | 2 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 72 | 72 |
| Лекционные занятия | 18 | 18 |
| Практические занятия | 18 | 18 |
| Лабораторные занятия | 18 | 18 |
| Курсовой проект | 18 | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 108 | 108 |
| Подготовка к зачету с оценкой | 24 | 24 |
| Написание отчета по курсовому проекту | 36 | 36 |
| Подготовка к тестированию | 24 | 24 |
| Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 24 | 24 |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 180 | 180 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 5 | 5 |

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

| Названия разделов (тем) дисциплины | Лек. зан., ч | Прак. зан., ч | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | | | | |

Согласована на портале № 73319

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 Основы робототехники | 2 | 2 | - | 18 | 14 | 36 | ПК-1 |
| 2 Промышленные роботы | 2 | 2 | 4 | | 20 | 28 | ПК-1 |
| 3 Приводы роботов | 2 | 2 | - | | 14 | 18 | ПК-1 |
| 4 Информационные устройства и системы в робототехнике | 4 | 4 | 4 | | 20 | 32 | ПК-1 |
| 5 Система технического зрения | 4 | 4 | 4 | | 20 | 32 | ПК-1 |
| 6 Системы управления роботами | 4 | 4 | 6 | | 20 | 34 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 18 | 18 | 18 | 18 | 108 | 180 | |
| Итого | 18 | 18 | 18 | 18 | 108 | 180 | |

### 5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.
Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) | Трудоемкость (лекционные занятия), ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Основы робототехники | Понятие "Робот"; история развития робототехники; области применения роботов и решаемые задачи; классификация роботов и робототехнических систем; развитие отечественной робототехники. Функции и технические характеристики роботов; место робототехники в системе технических наук; способы и системы управления робототехническими комплексами. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Промышленные роботы | Функции и технические характеристики роботов; место робототехники в системе технических наук; способы и системы управления робототехническими комплексами; применение робототехнических комплексов на производстве. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Приводы роботов | Основные типы приводов, используемые в робототехнике; принципы работы приводов; электропривод; электрогидравлические приводы; пневматические приводы; программируемые приводы; электроприводы роботов на базе двигателей постоянного тока; шаговые электроприводы; сервоприводы. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 73319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Информационные устройства и системы в робототехнике | Микропроцессорные управляющие устройства приводов робота; типовая схема работы привода манипулятора; степени подвижности и системы координат манипуляторов; многозвенные манипуляторы; принципы правления многозвенными манипуляторами. Проектирование траектории движения манипулятора. Прямая и обратная задача кинематики. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Система технического зрения | Изучение технического зрения на основе учебного робота УР6/3 с техни- ческим зрением и компьютерным управлением, приводы X, Y, W, схват, блок питания, система управления. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Системы управления роботами | Программное обеспечение манипулятора, управление электроприводами движущихся элементов робота. Обратные связи по технологическим параметрам. Датчики. Программа управления верхнего уровня манипулятора. Прямая и обратная задачи кинематики. Когнитивная робототехника, отличие робота от манипулятора. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование практических занятий (семинаров) | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 1 Основы робототехники | Знакомство с методическим пособием, выдача индивидуального задания. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 2 Промышленные роботы | Знакомство с программой V-REP. Изучение команд, интерфейса, технической документации. Анализ индивидуального задания. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |
| 3 Приводы роботов | Знакомство с программой V-REP. Выполнение индивидуального задания, работа в компьютерном классе. Тестирование программы робота. | 2 | ПК-1 |
| | Итого | 2 | |

Согласована на портале № 73319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 Информационные устройства и системы в робототехнике | Работа в компьютерном классе в программе V-REP. Автоматизированный способ задания траектории манипулятора. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Система технического зрения | Датчики в системах технического зрения. Позиционирование объекта по 3м координатам. Траектория движения манипулятора. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Системы управления роботами | Автоматизированный способ управления манипулятором. Сдача и защита отчета по индивидуальному заданию. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

| Названия разделов (тем) дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | |
| 2 Промышленные роботы | Работа в программном пакете V-REP. Сцена, библиотека моделей, иерархия объектов. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 4 Информационные устройства и системы в робототехнике | Работа в пакете V-REP в соответствии с индивидуальным заданием. Управляющий код симуляции. Движение робота, принятие решений. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 5 Система технического зрения | Выполнение индивидуального задания на учебном роботе УР-6. | 4 | ПК-1 |
| | Итого | 4 | |
| 6 Системы управления роботами | Выполнение задания на учебном роботе УР-6. Защита индивидуального задания. | 6 | ПК-1 |
| | Итого | 6 | |
| Итого за семестр | | 18 | |
| Итого | | 18 | |

### 5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Согласована на портале № 73319

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **2 семестр** | | |
| Формирование задания на КП | 4 | ПК-1 |
| Выполнение КП: проектирование СУ роботом, формирование траекторий управления, проектирование обратных связей | 6 | ПК-1 |
| Выполнение КП: программирование движения робота, точность выполнения технологических операций, эксперименты. | 6 | ПК-1 |
| Отчет по КП: формирование документации по КП. Защита проекта. | 2 | ПК-1 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Спроектировать движение робота-манипулятора по идентификации (различению) расположенных на сцене объектов и перемещению их в заданную область.
2. Спроектировать движение перемещающегося робота по безграничной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием огибания препятствий.
3. Спроектировать движение перемещающегося робота по ограниченной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием не выхода за границы сцены.
4. Спроектировать движение робота-манипулятора по сортировке предметов различной формы по цветам, размещение объектов в заданных зонах сцены.
5. Спроектировать движение перемещающегося робота с задачей следования за заданным перемещающимся объектом на заданном расстоянии по ограниченной сцене.
6. Спроектировать движение перемещающегося робота по траектории, отмеченной на сцене цветовой полосой.

### 5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов (тем) дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| 1 Основы робототехники | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 6 | ПК-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-1 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |

Согласована на портале № 73319

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 2 Промышленные роботы | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 6 | ПК-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 3 Приводы роботов | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 6 | ПК-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-1 | Тестирование |
| | Итого | 14 | | |
| 4 Информационные устройства и системы в робототехнике | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 6 | ПК-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| 5 Система технического зрения | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 6 | ПК-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |

Согласована на портале № 73319

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6 Системы управления роботами | Подготовка к зачету с оценкой | 4 | ПК-1 | Зачёт с оценкой |
| | Написание отчета по курсовому проекту | 6 | ПК-1 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Подготовка к тестированию | 4 | ПК-1 | Тестирование |
| | Подготовка к лабораторной работе, написание отчета | 6 | ПК-1 | Лабораторная работа |
| | Итого | 20 | | |
| Итого за семестр | | 108 | | |
| Итого | | 108 | | |

### 5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

| Формируемые компетенции | Виды учебной деятельности | | | | | Формы контроля |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Лек. зан. | Прак. зан. | Лаб. раб. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ПК-1 | + | + | + | + | + | Зачёт с оценкой, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование |

## 6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

### 6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Зачёт с оценкой | 10 | 10 | 20 | 40 |
| Лабораторная работа | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Тестирование | 10 | 10 | 10 | 30 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 100 | 100 |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Согласована на портале № 73319

| Формы контроля | 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 |
|---|---|---|---|---|
| **2 семестр** | | | | |
| Отчет по курсовому проекту | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Итого максимум за период | 20 | 20 | 60 | 100 |
| Нарастающим итогом | 20 | 40 | 100 | 100 |

### 6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

| Оценка | 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) |

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература

1. Робототехника: Учебное пособие / Ю. И. Сулимов - 2007. 99 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/903.

2. Станки с ЧПУ: Учебное пособие / Ю. И. Сулимов - 2007. 130 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/906.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Электрические машины: Учебное пособие / В. П. Обрусник - 2007. 207 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/848.

2. Системы искусственного интеллекта: Учебное пособие / Н. В. Замятин - 2018. 244 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7269.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

Согласована на портале № 73319

1. Робототехника: Учебное методическое пособие / Ю. И. Сулимов - 2011. 24 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/904.

### 7.3.2. 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.

### 7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

## 8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

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

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

### 8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Visual Studio;

Согласована на портале № 73319

- Microsoft Windows XP;
- PTC Mathcad 13, 14;

### 8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Google Chrome;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Windows XP;
- PTC Mathcad 13, 14;
- STDU viewer 1.6.375;

### 8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория робототехники и ЧПУ технологическим оборудованием: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201а ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (5 шт.);
- Робот учебный УР7/3;
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (4 шт.);
- Учебный лабораторный комплекс «Силовые цепи энергетической электроники» включает лабораторные стенды: "Для исследования асинхронных электроприводов" (2шт.), "Для исследования вентильных электроприводов" (2шт.), "Для исследования электроприводов постоянного тока";
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- Far Manager;
- Free Pascal;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- LibreOffice;
- Mathworks Matlab;
- Mathworks Simulink 6.5;
- Microsoft Visio 2013;
- Microsoft Visual Studio;

Согласована на портале № 73319

- Microsoft Windows XP;
- PTC Mathcad 13, 14;
- STDU viewer 1.6.375;
- WinDjView;

### 8.5. 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, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

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

### 8.6. 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 зрения** 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.

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

### 9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

| Названия разделов (тем) дисциплины | Формируемые компетенции | Формы контроля | Оценочные материалы (ОМ) |
|---|---|---|---|

Согласована на портале № 73319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 Основы робототехники | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 2 Промышленные роботы | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 3 Приводы роботов | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 4 Информационные устройства и системы в робототехнике | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| 5 Система технического зрения | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Согласована на портале № 73319

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 Системы управления роботами | ПК-1 | Зачёт с оценкой | Перечень вопросов для зачета с оценкой |
| | | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |
| | | Лабораторная работа | Темы лабораторных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

| Оценка | Баллы за ОМ | Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения | | |
|---|---|---|---|---|
| | | знать | уметь | владеть |
| 2 (неудовлетворительно) | < 60% от максимальной суммы баллов | отсутствие знаний или фрагментарные знания | отсутствие умений или частично освоенное умение | отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков |
| 3 (удовлетворительно) | от 60% до 69% от максимальной суммы баллов | общие, но не структурированные знания | в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение | в целом успешное, но не систематическое применение навыков |
| 4 (хорошо) | от 70% до 89% от максимальной суммы баллов | сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение | в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков |
| 5 (отлично) | ≥ 90% от максимальной суммы баллов | сформированные систематические знания | сформированное умение | успешное и систематическое применение навыков |

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

| Оценка | Формулировка требований к степени компетенции |
|---|---|
| 2 (неудовлетворительно) | Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале<br>или<br>Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения. |

Согласована на портале № 73319

| | |
|---|---|
| 3 (удовлетворительно) | Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях. |
| 4 (хорошо) | Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения. |
| 5 (отлично) | Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины. |

### 9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какой раздел робототехники изучает методы функциональной имитации возможностей человеческого разума и создания систем, способных самостоятельно рассуждать, решать задачи с неизвестной для данного устройства схемой решения?
   а) искусственный интеллект
   б) промышленная робототехника
   в) бионика
   г) измерительная технология
2. Что является источником энергии электрического сервомеханизма?
   а) воздух
   б) электродвигатель
   в) фазовращатель
   г) сельсин
3. Какими функциями должен обладать робот для сортировки деталей на конвейере?
   а) функциями искусственного интеллекта
   б) иметь систему технического зрения
   в) иметь анализатор и синтезатор речи
   г) должен иметь искусственную кисть и захватное устройство
4. Что является источником энергии пневматического сервомеханизма?
   а) масло
   б) жидкость
   в) сжатый воздух
   г) электродвигатель
5. Какой датчик позволяет измерять крутящий момент на валу двигателя промышленного робота?
   а) кодовый датчик
   б) потенциометрический датчик
   в) тензометрический датчик
   г) импульсный датчик
6. Что является источником энергии электрогидравлического сервомеханизма?
   а) масло
   б) жидкость
   в) сжатый воздух
   г) электродвигатель
7. Как называется искусственная система, имитирующая решение человеком сложных задач в процессе его жизнедеятельности?
   а) искусственным интеллектом
   б) промышленной робототехникой
   в) промышленным интеллектом
   г) бионикой

Согласована на портале № 73319

8. Как называется устройство для выполнения двигательных функций, аналогичных функциям руки человека?
   а) манипулятором
   б) схватом
   в) захватом
   г) кистью
9. Как называется автоматическая машина, состоящая из исполнительного устройства в виде манипулятора и устройства программного управления?
   а) промышленным роботом
   б) интеллектуальным роботом
   в) специализированным роботом
   г) мобильным роботом
10. Чему равно значение выходного напряжения потенциометрического датчика перемещения, если движок потенциометра переместился на 1 мм (к=1)?
   а) 0,1 мВ
   б) 1 мВ
   в) 10 мВ
   г) 20 мВ
11. Как называются роботы, приспособленные для определенного вида технологических операций?
   а) специализированными роботами
   б) программными роботами
   в) промышленными роботами
   г) технологическими роботами
12. Из каких основных частей состоит гибкий производственный модуль?
   а) один-три станка, роботы, вспомогательные механизмы, микро ЭВМ;
   б) один станок, роботы;
   в) один-три станка, вспомогательные механизмы;
   г) один станок , вспомогательные механизмы;
13. Какие имеются способы программирования в робототехнике?
   а) программирование расчетным путем
   б) программирование путем обучения
   в) перепрограммирование путем переключения программ
   г) программирование путем считывания координат готовой детали

### 9.1.2. Перечень вопросов для зачета с оценкой

1. Какой раздел робототехники изучает методы функциональной имитации возможностей человеческого разума и создания технических систем, способных самостоятельно рассуждать, решать задачи с неизвестной для данного устройства схемой решения?
2. Что является источником энергии пневматического, электрогидравлического и электрического сервомеханизмов?
3. Для каких работ применяются роботы с контурным управлением?
4. Какие принципы управления используются в робототехнических системах?
5. Какой датчик позволяет измерять крутящий момент на валу двигателя промышленного робота?
6. Из каких компонентов состоит промышленный робот?
7. Какими функциональными узлами должна обладать система технического зрения?
8. Чем отличается робот от манипулятора?
9. Какие функции исполняют датчики в робототехнической системе?
10. Что такое прямая и обратная кинематическая задача?
11. Силомоментные системы очувствления.
12. Электропривод роботов-манипуляторов и обратные связи.
13. Тактильные системы очувствления.
14. Системы технического зрения и координаты сцены.
15. Локационные системы очувствления.
16. Способы программирования в робототехнике.
17. Искусственный интеллект в робототехнике.

Согласована на портале № 73319

18. Принципы управления в робототехнических системах.
19. Источником энергии пневматического, электрогидравлического и электрического сервомеханизмов.
20. Когнитивная робототехника.

### 9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Кинематическая структурная схема движения робота-манипулятора по идентификации (различению) расположенных на сцене объектов и перемещению их в заданную область, укрупненный структурный алгоритм управления.
2. Структурная схема управления движением перемещающегося робота по безграничной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием огибания препятствий, укрупненный структурный алгоритм управления.
3. Структурная схема движения перемещающегося робота по ограниченной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием не выхода за границы сцены, укрупненный структурный алгоритм управления.
4. Кинематическая структурная схема движения робота-манипулятора по сортировке предметов различной формы по цветам, размещение объектов в заданных зонах сцены, укрупненный структурный алгоритм управления.
5. Структурная схема движения перемещающегося робота с задачей следования за заданным перемещающимся объектом на заданном расстоянии по ограниченной сцене, укрупненный структурный алгоритм управления.
6. Структурная схема движения перемещающегося робота по траектории, отмеченной на сцене цветовой полосой, укрупненный структурный алгоритм управления.

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Спроектировать движение робота-манипулятора по идентификации (различению) расположенных на сцене объектов и перемещению их в заданную область.
2. Спроектировать движение перемещающегося робота по безграничной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием огибания препятствий.
3. Спроектировать движение перемещающегося робота по ограниченной сцене из заданной точки А в точку Б с требованием не выхода за границы сцены.
4. Спроектировать движение робота-манипулятора по сортировке предметов различной формы по цветам, размещение объектов в заданных зонах сцены.
5. Спроектировать движение перемещающегося робота с задачей следования за заданным перемещающимся объектом на заданном расстоянии по ограниченной сцене.
6. Спроектировать движение перемещающегося робота по траектории, отмеченной на сцене цветовой полосой.

### 9.1.5. Темы лабораторных работ

1. Работа в программном пакете V-REP. Сцена, библиотека моделей, иерархия объектов.
2. Работа в пакете V-REP в соответствии с индивидуальным заданием. Управляющий код симуляции. Движение робота, принятие решений.
3. Выполнение индивидуального задания на учебном роботе УР-6.
4. Выполнение задания на учебном роботе УР-6. Защита индивидуального задания.

## 9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами

Согласована на портале № 73319

электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

### 9.3. 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 9.4.

Таблица 9.4 – 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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки |

### 9.4. 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;

Согласована на портале № 73319

– 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;
– 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 № 73319

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. КСУП | Ю.А. Шурыгин | Согласовано, 86bee96a-108e-4833-aead-5229de651610 |
| Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a |
| И.О. начальника учебного управления | И.А. Лариошина | Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73 |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. КСУП | Т.Е. Григорьева | Согласовано, d848614c-1d2f-4e32-b86c-1029abc0b2d5 |
| Доцент, каф. ПрЭ | Д.О. Пахмурин | Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400 |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Заведующий кафедрой промышленной электроники (ПрЭ), каф. ПрЭ | С.Г. Михальченко | Разработано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a |

Согласована на портале № 73319