**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 учебной работе
_____П.В. Сенченко
«23» _____12_____ 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационное и программное обеспечение программно-аппаратных комплексов робототехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **Кафедра управления инновациями (УИ)**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2021 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

| Виды учебной деятельности | 6 семестр | 7 семестр | Всего | Единицы |
|---|---|---|---|---|
| Лекционные занятия | 28 | | 28 | часов |
| Практические занятия | 42 | | 42 | часов |
| в т.ч. в форме практической подготовки | 18 | | 18 | часов |
| Курсовой проект | | 18 | 18 | часов |
| Самостоятельная работа | 74 | 54 | 128 | часов |
| Подготовка и сдача экзамена | 36 | | 36 | часов |
| Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию) | 180 | 72 | 252 | часов |
| | 5 | 2 | 7 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр |
|---|---|
| Экзамен | 6 |
| Курсовой проект | 7 |

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 23.12.2020
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 55219

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели дисциплины

1. Дать студентам основы проектирования робототехнических систем на примере взаимодействия механических, электрических и электронных компонентов.

### 1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить основы проектирования механических устройств.
2. Изучить электрическую часть роботизированной системы.
3. Изучить способы управления электромеханическими устройствами.
4. Освоить основы проектирования роботизированной системы на основе электромеханических приводов.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.02.04.
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** | | |
| ПКР-9. Способен выполнять разработку технических документов, адресованных специалисту по информационным технологиям | ПКР-9.1. Знает стандарты на систему программной документации | Знает правила разработки документов в соответствии с ЕСПД |
| | ПКР-9.2. Умеет разрабатывать и оформлять тексты технических документов | Умеет разрабатывать и оформлять схемы в соответствии с правилами ЕСПД. |
| | ПКР-9.3. Владеет современными программными редакторами текста и иллюстраций | Владеет приемами оформления текстовой и графической документации с использование соответствующих программных редакторов. |

Согласована на портале № 55219

| | | |
|---|---|---|
| ПКС-4. Способен производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием средств вычислительной техники и программных пакетов | ПКС-4.1. Знает методы расчета основных характеристик робототехнических устройств. | Знает методы определения геометрических и силовых характеристик основных деталей электромеханических приводов, знает методы проектирования механических передач и компоновки робототехнических устройств. |
| | ПКС-4.2. Умеет применять вычислительную технику и программные пакеты для расчета отдельных устройств и подсистем. | Умеет разрабатывать конструкторскую документацию с использованием CAD-модулей, выполнять прочностное моделирование основных деталей механизма с использованием CAE-модуля. |
| | ПКС-4.3. Владеет навыками проектирования отдельных устройств и подсистем | Владеет навыками проектирования модулей роботизированных устройств с электромеханическим приводом. |

## 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 7 зачетных единиц, 252 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 | |
|---|---|---|---|
| | | 6 семестр | 7 семестр |
| **Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 88 | 70 | 18 |
| Лекционные занятия | 28 | 28 | |
| Практические занятия | 42 | 42 | |
| Курсовой проект | 18 | | 18 |
| **Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего** | 128 | 74 | 54 |
| Подготовка к контрольной работе | 24 | 24 | |
| Подготовка к тестированию | 20 | 20 | |
| Выполнение практического задания | 30 | 30 | |
| Написание отчета по курсовому проекту | 54 | | 54 |
| **Подготовка и сдача экзамена** | 36 | 36 | |
| **Общая трудоемкость (в часах)** | 252 | 180 | 72 |
| **Общая трудоемкость (в з.е.)** | 7 | 5 | 2 |

## 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 | Курс. пр. | Сам. раб., ч | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | | | |
| 1 Основы проектирования механических устройств | 8 | 14 | - | 28 | 50 | ПКС-4 |

Согласована на портале № 55219

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 Электрические двигатели в роботизированных системах | 6 | 16 | - | 30 | 52 | ПКР-9, ПКС-4 |
| 3 Датчики и системы управления робототехническими устройствами и ситемами. Принципы сборки робототехнической системы | 14 | 12 | - | 16 | 42 | ПКР-9, ПКС-4 |
| Итого за семестр | 28 | 42 | 0 | 74 | 144 | |
| **7 семестр** | | | | | | |
| 4 Проектирование робототехнической системы с электромеханическим приводом | - | - | 18 | 54 | 72 | ПКР-9, ПКС-4 |
| Итого за семестр | 0 | 0 | 18 | 54 | 72 | |
| Итого | 28 | 42 | 18 | 128 | 216 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Основы проектирования механических устройств | Введение. Классификация и состав механических передач, используемых в робототехнических системах. Основы проектирования механических передач, используемых в робототехнических системах. Методы расчета механических передач и их деталей. | 8 | ПКС-4 |
| | Итого | 8 | |
| 2 Электрические двигатели в роботизированных системах | Принципы использования электродвигателей в робототехнических системах. Шаговые двигатели: принцип работы, состав, встраивание в робототехническую систему. Вентильные двигатели: принцип работы, состав, встраивание в робототехническую систему. Серводвигатели, сервоприводы: принцип работы, состав, встраивание в робототехническую систему. | 6 | ПКР-9, ПКС-4 |
| | Итого | 6 | |

Согласована на портале № 55219

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 Датчики и системы управления робототехническими устройствами и ситемами. Принципы сборки робототехнической системы | Датчики, как основа информационной системы робототехнической системы. Концевые выключатели, инкодеры, лидары, радары (состав и основы использования в робототехнических системах). Видеодатчики, особенности применения в производственной робототехнической системе. | 8 | ПКР-9, ПКС-4 |
| | Основы проектирования робототехнической системы с электромеханическим приводом. Принципы построения алгоритма управления системой. Приемы проектирования робототехнической системы из электромеханического привода, датчиков положения и пути, управляемых из единого центра. | 6 | ПКР-9, ПКС-4 |
| | Итого | 14 | |
| Итого за семестр | | 28 | |
| **7 семестр** | | | |
| 4 Проектирование робототехнической системы с электромеханическим приводом | Проектирование робототехнической системы из электромеханического привода, датчиков положения и пути, управляемых из единого центра. Разработка конструкторской документации с выполнением и оформлением необходимых для проектирования расчетов. | - | ПКР-9, ПКС-4 |
| | Итого | - | |
| Итого за семестр | | - | |
| Итого | | 28 | |

### 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 |
|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | |
| 1 Основы проектирования механических устройств | Расчет цилиндрической передачи. Разработка кинематической схемы планетарного редуктора | 4 | ПКС-4 |
| | Проектирование планетарного редуктора с циклоидальным зацеплением | 6 | ПКС-4 |
| | Проектирование конического редуктора. Изучение кинематических схем и особенностей применения. | 4 | ПКС-4 |
| | Итого | 14 | |

Согласована на портале № 55219

| | | | |
|---|---|---|---|
| 2 Электрические двигатели в роботизированных системах | Расчет привода транспортного устройства | 4 | ПКС-4 |
| | Расчет привода подъемного устройствва | 4 | ПКС-4 |
| | Расчет привода роликового конвейера с преобразователем частоты | 4 | ПКС-4 |
| | Расчет сервопривода портального подъемника | 4 | ПКС-4 |
| | Итого | 16 | |
| 3 Датчики и системы управления робототехническими устройствами и ситемами. Принципы сборки робототехнической системы | Изучение составных частей и конструкции инкодера | 4 | ПКС-4 |
| | Изучение конструкции и составных частей лидара и радара | 4 | ПКС-4 |
| | Изучение алгоритмизации работы электромеханического привода конвейера. Составление алгоритма управления роботизированной системой с электромеханическим приводом. | 4 | ПКР-9, ПКС-4 |
| | Итого | 12 | |
| Итого за семестр | | 42 | |
| Итого | | 42 | |

### 5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

### 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

| Содержание контактной аудиторной работы | Трудоемкость, ч | Формируемые компетенции |
|---|---|---|
| **7 семестр** | | |
| Составление кинематической схемы электромеханического привода роботизированной системы. Составление электрической схемы электромеханического привода роботизированной системы. Составление схемы управления роботизированной системой с электромеханическим приводом. Подбор электродвигателя. Расчет механической передачи. Проектирование роботизированной системы на основе разработанного электромеханического привода в соответствии с индивидуальным заданием. | 18 | ПКР-9, ПКС-4 |
| Итого за семестр | 18 | |
| Итого | 18 | |

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование роботизированного рольганга.
2. Проектирование роботизированного подъемного механизма.
3. Проектирование руки портального робота.
4. Проектирование роботизированного кантователя.
5. Проектирование роботизированного транспортного устройства.

Согласована на портале № 55219

6. Проектирование автоматизированного подъемного устройства транспортного робота.
7. Проектирование автоматизированного поворотного устройства роботизированной транспортной системы.

### 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 |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| 1 Основы проектирования механических устройств | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКС-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПКС-4 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 14 | ПКС-4 | Практическое задание |
| | Итого | 28 | | |
| 2 Электрические двигатели в роботизированных системах | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-9, ПКС-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 6 | ПКР-9, ПКС-4 | Тестирование |
| | Выполнение практического задания | 16 | ПКС-4 | Практическое задание |
| | Итого | 30 | | |
| 3 Датчики и системы управления робототехническими устройствами и ситемами. Принципы сборки робототехнической системы | Подготовка к контрольной работе | 8 | ПКР-9, ПКС-4 | Контрольная работа |
| | Подготовка к тестированию | 8 | ПКР-9, ПКС-4 | Тестирование |
| | Итого | 16 | | |
| Итого за семестр | | 74 | | |
| | Подготовка и сдача экзамена | 36 | | Экзамен |
| **7 семестр** | | | | |
| 4 Проектирование робототехнической системы с электромеханическим приводом | Написание отчета по курсовому проекту | 54 | ПКР-9, ПКС-4 | Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту |
| | Итого | 54 | | |
| Итого за семестр | | 54 | | |
| Итого | | 164 | | |

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

Согласована на портале № 55219

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. | Курс. пр. | Сам. раб. | |
| ПКР-9 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Тестирование, Экзамен |
| ПКС-4 | + | + | + | + | Контрольная работа, Отчет по курсовому проекту, Курсовой проект, Практическое задание, Тестирование, Экзамен |

## 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 |
|---|---|---|---|---|
| **6 семестр** | | | | |
| Контрольная работа | 10 | 0 | 10 | 20 |
| Практическое задание | 15 | 0 | 15 | 30 |
| Тестирование | 10 | 0 | 10 | 20 |
| Экзамен | | | | 30 |
| Итого максимум за период | 35 | | 35 | 100 |
| Нарастающим итогом | 35 | 35 | 70 | 100 |

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

| 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 |
|---|---|---|---|---|
| **7 семестр** | | | | |
| Отчет по курсовому проекту | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Итого максимум за период | 30 | 30 | 40 | 100 |
| Нарастающим итогом | 30 | 60 | 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 |

Согласована на портале № 55219

| | |
|---|---|
| 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. ЕСПД ГОСТ 19.101-77 ВИДЫ ПРОГРАММ И ПРОГРАММНЫХ ДОКУМЕНТОВ [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1200007627.

2. Лукинов, А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств : учебное пособие / А. П. Лукинов. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-1166-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2765.

### 7.2. Дополнительная литература

1. Лозовецкий, В. В. Робототехнические комплексы — средства автоматизации технологических процессов и производств лесной промышленности : учебник для вузов / В. В. Лозовецкий, Е. Г. Комаров ; под редакцией В. В. Лозовецкого. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 568 с. — ISBN 978-5-8114-6943-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/153691.

### 7.3. Учебно-методические пособия

#### 7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Антипин, М. Е. Моделирование робототехнических систем: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направления 222000.62 «Инноватика» [Электронный ресурс] / М. Е. Антипин. — Томск: ТУСУР, 2014. — 5 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/4130.

2. Антипин, М. Е. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий [Электронный ресурс] / М. Е. Антипин. — Томск: ТУСУР, 2016. — 9 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6328.

#### 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:**

Согласована на портале № 55219

– 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

Компьютерный класс: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского 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, 220 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Проектор Nec v260x;
- Проекционный экран;
- Интерактивная панель;
- Веб-камера Logitech;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;

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

Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского 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, 126 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Магнитно-маркерная доска;
- Проектор LG RD-JT50;
- Проекционный экран;
- Экран на штативе Draper Diplomat;

Согласована на портале № 55219

- Осциллограф GDS-82OS;
- Паяльная станция ERSA Dig2000a Micro - 2 шт.;
- Паяльная станция ERSA Dig2000A-Power;
- Колонки Genius;
- Веб-камера Logitech;
- Роутер ASUS;
- Учебно-методическая литература;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- Microsoft Windows 7 Pro;
- OpenOffice;
- OrCAD Capture CIS lite 2016;
- T-FLEX CAD;

### 8.4. 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.

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.

### 8.5. 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

Согласована на портале № 55219

### 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) |
|---|---|---|---|
| 1 Основы проектирования механических устройств | ПКС-4 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 2 Электрические двигатели в роботизированных системах | ПКР-9, ПКС-4 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Практическое задание | Темы практических заданий |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 3 Датчики и системы управления робототехническими устройствами и ситемами. Принципы сборки робототехнической системы | ПКР-9, ПКС-4 | Контрольная работа | Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ |
| | | Тестирование | Примерный перечень тестовых заданий |
| | | Экзамен | Перечень экзаменационных вопросов |
| 4 Проектирование робототехнической системы с электромеханическим приводом | ПКР-9, ПКС-4 | Отчет по курсовому проекту | Примерный перечень тематик курсовых проектов |

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 |

Согласована на портале № 55219

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 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. |
| 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. Условие прочности определяет, что
   а) допустимое напряжение не должно превышать расчетное;
   б) расчетное напряжение не должно превышать допустимое;
   в) допустимое напряжение не должно быть равно расчетному;
   г) расчетное напряжение должно быть строго равно допустимому.
2. Какого условия прочности не бывает?
   а) на срез;
   б) на изгиб;
   в) на ввинчивание;

Согласована на портале № 55219

г) на растяжение.

3. Какого вида передач не бывает?
   а) конические передачи;
   б) цилиндрические передачи;
   в) шаровые передачи;
   г) червячные передачи.
4. Межосевое расстояние в механической передаче определяет расстояние между осями:
   а) соседних валов;
   б) соседних болтов;
   в) болта и ближайшего вала;
   г) вала и ступицы.
5. Электромеханический привод роботизированного модуля состоит из
   а) электродвигателя
   б) электродвигателя и механической передачи;
   в) электродвигателя, механической передачи, датчиков и электронного блока управления;
   г) электродвигателя, датчиков и электронного блока управления.
6. Мехатронный модуль роботизированной системы состоит из
   а) электродвигателя и механической передачи;
   б) электродвигателя, механической передачи и электронного блока управления;
   в) электродвигателя, датчиков и электронного блока управления;
   г) электродвигателя, механической передачи, датчиков и электронного блока управления.
7. Для чего нужна обратная связь в роботизированной системе?
   а) для контроля отработки команд на входном модуле;
   б) для контроля точности перемещений промежуточных звеньев;
   в) для контроля и корректировки перемещения исполнительного механизма;
   г) для контроля перемещения исполнительного механизма.
8. Давление в гидравлической системе роботизированных комплексов обеспечивают –
   а) 2 –4 МПа;
   б) 4 –6 МПа;
   в) 6 –8 МПа;
   г) 8 – 12 МПа.
9. Давление в пневматической системе роботизированных комплексов обеспечивают –
   а) 0,2 – 0,4 МПа;
   б) 0,4 – 0,6 МПа;
   в) 0,6 – 0,8 МПа;
   г) 0,8 – 1,1 МПа.
10. Особенность циклоидальнрого зацепления заключается в действии на зуб
    а) только изгибных и касательных напряжений;
    б) только изгибных и контактных напряжений;
    в) только контактных напряжений;
    г) отсутствуют напряжения зуб.
11. Передача с эвольвентным зацеплением рассчитывается на
    а) изгиб и срез;
    б) кручение и растяжение;
    в) растяжение и изгиб;
    г) изгиб и контакт.

### 9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Приведите классификацию механических передач, используемых в робототехнических системах.
2. Опишите порядок расчёта цилиндрической одноступенчатой передачи. Что такое проектировочный и проверочный расчеты, чем отличаются и для чего проводятся?
3. Опишите особенности применения в робототехнических системах вентильных электродвигателей. Достоинства и недостатки этих двигателей.
4. Какие датчики используются для контроля пути в транспортной роботизированной системе? Приведите приметы датчиков, их состав и принцип работы.
5. Опишите особенности проектирования робототехнической системы с

Согласована на портале № 55219

электромеханическим приводом.

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

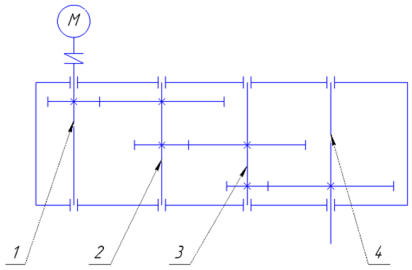
1. Почему выбран данный тип подшипников?
2. Объясните необходимость использования в приводе передачи данного типа.
3. Каким образом производится герметичное разделение камеры электродвигателя и механического редуктора?
4. Какие технические требования должны быть указаны на сборочном чертеже?
5. В какой последовательности в Спецификации указываются детали, а в какой стандартные изделия?

### 9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Проектирование роботизированного рольганга.
2. Проектирование роботизированного подъемного механизма.
3. Проектирование руки портального робота.
4. Проектирование роботизированного кантователя.
5. Проектирование роботизированного транспортного устройства.
6. Проектирование автоматизированного подъемного устройства транспортного робота.
7. Проектирование автоматизированного поворотного устройства роботизированной транспортной системы.

### 9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. Назовите соосные передачи с эвольвентным профилем зуба.
2. Назовите механические передачи для преобразования вращательного движения в поступательное.
3. В чем основное преимущество циклоидальных передач перед эвольвентными?
4. Какие механические передачи целесообразно применять в мехатронных системах и почему?
5. Чем отличается мехатронный модуль движения от интеллектуального мехатронного модуля?
6. Для представленной схемы разбить передаточное отношение U=32 по ступеням. Определить число оборотов и угловую скорость на каждом валу, если число оборотов вала электродвигателя равно n = 950 об/мин. Определить крутящие моменты на валах редуктора и электродвигателя, если крутящий момент на выходном валу редуктора Твых=Т4=1000 Нм.




### 9.1.6. Темы практических заданий

1. Расчет цилиндрической передачи. Разработка кинематической схемы планетарного редуктора
2. Проектирование планетарного редуктора с циклоидальным зацеплением
3. Проектирование конического редуктора. Изучение кинематических схем и особенностей применения.
4. Расчет привода транспортного устройства
5. Расчет привода подъемного устройствва
6. Расчет привода роликового конвейера с преобразователем частоты
7. Расчет сервопривода портального подъемника

## 9.2. Методические рекомендации

Согласована на портале № 55219

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 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 9.2.

Таблица 9.2 – 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:

Согласована на портале № 55219

– 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;
– 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 № 55219

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 5 от «30» 11 2020 г.

**СОГЛАСОВАНО:**

| Должность | Инициалы, фамилия | Подпись |
|---|---|---|
| Заведующий выпускающей каф. УИ | Г.Н. Нариманова | Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe |
| Заведующий обеспечивающей каф. УИ | Г.Н. Нариманова | Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe |
| Начальник учебного управления | Е.В. Саврук | Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c |

**ЭКСПЕРТЫ:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. УИ | М.Е. Антипин | Согласовано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4 |
| Старший преподаватель, каф. УИ | О.В. Килина | Согласовано, e26fb2b7-2be5-4b77-8183-050906687dfc |

**РАЗРАБОТАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Доцент, каф. УИ | Е.А. Ефременков | Разработано, 69b236f3-42e3-4122-b56f-ad96a743e3c4 |

Согласована на портале № 55219