

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ Федеральное  
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: 1сбсfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Сервоприводы**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль): **Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**

Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 и 2014 года

Распределение рабочего времени

| № | Виды учебной деятельности            | 8 семестр | Всего | Единицы |
|---|--------------------------------------|-----------|-------|---------|
| 1 | Лекции                               | 18        | 18    | часов   |
| 2 | Лабораторные занятия                 | 18        | 18    | часов   |
| 3 | Всего аудиторных занятий             | 36        | 36    | часов   |
| 4 | Из них в интерактивной форме         | 2         | 2     | часов   |
| 5 | Самостоятельная работа               | 36        | 36    | часов   |
| 6 | Всего (без экзамена)                 | 72        | 72    | часов   |
| 7 | Подготовка и сдача экзамена / зачета | 36        | 36    | часов   |
| 8 | Общая трудоемкость                   | 108       | 108   | часов   |
|   |                                      | 3.0       | 3.0   | 3.Е     |

Экзамен: 8 семестр

Томск 2016

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного 2015-03-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «22» декабря 2016 года, протокол №20.

Разработчики:

доцент кафедры УИ \_\_\_\_\_ Ефременков Е. А.

ст. диспетчер деканат \_\_\_\_\_ Килина О. В.

Заведующий обеспечивающей каф.  
УИ \_\_\_\_\_ Нариманова Г. Н.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан ФИТ \_\_\_\_\_ Нариманова Г. Н.

Заведующий выпускающей каф.  
УИ \_\_\_\_\_ Нариманова Г. Н.

Эксперты:

доцент Кафедра УИ \_\_\_\_\_ Дробот П. Н.

доцент Кафедра УИ \_\_\_\_\_ Антипин М. Е.

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цели дисциплины

научиться грамотно рассчитывать параметры и подбирать сервоприводы для автоматизированного оборудования.

### 1.2. Задачи дисциплины

– ознакомление с основными принципами подбора сервоприводов для мехатронных систем и получить навыки расчета параметров сервопривода.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сервоприводы» (Б1.В.ОД.24) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Инженерная и компьютерная графика, Метрология, стандартизация и сертификация, Проектирование мехатронных и робототехнических систем, Теоретическая механика, Теория сопротивления материалов.

Последующими дисциплинами являются: .

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ПК-3 способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий;

– ПК-5 способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** терминологию, основные понятия и определения сервоприводов и сервосистем; виды серводвигателей; основы разработки сервоприводов; виды датчиков, используемых в сервоприводах; алгоритмы проектирования сервоприводов на основе мотор-редуктора и линейного серводвигателя.

– **уметь** грамотно использовать специальную терминологию; рационально подбирать вид серводвигателя с соответствующей информационной системой; формулировать и решать задачи связанные с разработкой сервопривода; рассчитывать сервоприводы для подъемного и транспортного устройства, поворотного стола и линейного перемещения; оформлять расчетную и конструкторскую документацию.

– **владеть** компетенциями: разработки серво-приводных систем; методиками расчета линейных и поворотных сервоприводов; находить (выбирать) оптимальные решения при создании новой наукоемкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и экологической безопасности.

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

| Виды учебной деятельности      | Всего часов | Семестры  |
|--------------------------------|-------------|-----------|
|                                |             | 8 семестр |
| Аудиторные занятия (всего)     | 36          | 36        |
| Лекции                         | 18          | 18        |
| Лабораторные занятия           | 18          | 18        |
| Из них в интерактивной форме   | 2           | 2         |
| Самостоятельная работа (всего) | 36          | 36        |

|  |     |     |
|--|-----|-----|
| Оформление отчетов по лабораторным работам | 18  | 18  |
| Проработка лекционного материала           | 18  | 18  |
| Всего (без экзамена)                       | 72  | 72  |
| Подготовка и сдача экзамена / зачета       | 36  | 36  |
| Общая трудоемкость час                     | 108 | 108 |
| Зачетные Единицы Трудоемкости              | 3.0 | 3.0 |

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице

#### 5.1. Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

| № | Названия разделов дисциплины   | Лекции | Лабораторные работы | Самостоятельная работа | Всего часов (без экзамена) | Формируемые компетенции |
|---|--|--------|---------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|
|   |  |        |                     |                        |                            |                         |
| 1 | Основные термины и определения.<br>Устройство серводвигателя.                        | 2      | 0                   | 2                      | 4                          | ПК-3, ПК-5              |
| 2 | Принцип действия серводвигателя.<br>Датчики, используемые в сервоприводах            | 4      | 4                   | 8                      | 16                         | ПК-3, ПК-5              |
| 3 | Редукторы, используемые в сервоприводах. Основы расчета.                             | 4      | 6                   | 10                     | 20                         | ПК-3, ПК-5              |
| 4 | Проектирование сервопривода подъемно-транспортных механизмов. Компонировки и расчет. | 4      | 4                   | 8                      | 16                         | ПК-3, ПК-5              |
| 5 | Проектирование сервопривода механизмов линейного перемещения. Компонировки и расчет. | 4      | 4                   | 8                      | 16                         | ПК-3, ПК-5              |
|   | Итого  | 18     | 18                  | 36                     | 72                         |                         |

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

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

| Названия разделов  | Содержание разделов дисциплины по лекциям  | Трудоемкость<br>в,ч | Формируемые компетенции |
|--|--|---------------------|-------------------------|
|  | 8 семестр  |                     |                         |
| 1 Основные термины и определения. Устройство серводвигателя. | Основные понятия термины и определения. Составные части серводвигателей (вращательных и линейных), устройство синхронного и асинхронного серводвигателя. | 2                   | ПК-3, ПК-5              |

|  |   |    |            |
|--|---|----|------------|
|  | Принципы компоновки сервоприводов в зависимости от используемого серводвигателя.  |    |            |
|  | Итого   | 2  |            |
| 2 Принцип действия серводвигателя. Датчики, используемые в сервоприводах             | Принцип действия синхронного и асинхронного серводвигателя. Инкрементные датчики, датчики абсолютного отсчета, принципы их работы. Системы прямого измерения линейных перемещений. Компоновка датчиков в сервоприводе.  | 4  | ПК-3, ПК-5 |
|  | Итого   | 4  |            |
| 3 Редукторы, используемые в сервоприводах. Основы расчета.                           | Планетарные редукторы, конические редукторы, цилиндрические редукторы. Редукторы с эвольвентным и циклоидальным зацеплением. Основные технические характеристики редукторов, применяемых в сервоприводах. Основные расчетные формулы для подбора редуктора для сервопривода.                                      | 4  | ПК-3, ПК-5 |
|  | Итого   | 4  |            |
| 4 Проектирование сервопривода подъемно-транспортных механизмов. Компоновки и расчет. | Составление алгоритма проектирования сервопривода на основе выбора компоновки серводвигателя и редуктора подъемно-транспортного механизма. Расчет параметров выбранного двигателя. Расчет параметров выбранного редуктора. Анализ параметров сервопривода для поворотных и подъемно-транспортных сервомеханизмов. | 4  | ПК-3, ПК-5 |
|  | Итого   | 4  |            |
| 5 Проектирование сервопривода механизмов линейного перемещения. Компоновки и расчет. | Составление алгоритма проектирования сервопривода на основе выбора компоновки серводвигателя и редуктора механизма линейного перемещения. Расчет параметров выбранного двигателя. Расчет параметров выбранного редуктора. Анализ параметров сервопривода для различных сервомеханизмов линейного действия.        | 4  | ПК-3, ПК-5 |
|  | Итого   | 4  |            |
| Итого за семестр   |   | 18 |            |

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

| №                         | Наименование дисциплин                                | № разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин |   |   |   |   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|---|
|                           |   | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Предшествующие дисциплины |   |   |   |   |   |   |
| 1                         | Инженерная и компьютерная графика                     | +   | + | + | + | + |
| 2                         | Метрология, стандартизация и сертификация             | +   |   | + | + | + |
| 3                         | Проектирование мехатронных и робототехнических систем | +   | + | + |   |   |
| 4                         | Теоретическая механика                                |   |   |   |   | + |
| 5                         | Теория сопротивления материалов                       |   |   | + | + | + |

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4 Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

| Компетенции | Виды занятий |                      |                        | Формы контроля   |
|-------------|--------------|----------------------|------------------------|--|
|             | Лекции       | Лабораторные занятия | Самостоятельная работа |  |
| ПК-3        | +            | +                    | +                      | Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |
| ПК-5        | +            | +                    | +                      | Домашнее задание, Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе |

**6. Интерактивные методы и формы организации обучения**

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах приведены в таблице 6.1 Таблица 6.1 – Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

| Методы   | Интерактивные лекции | Всего |
|--|----------------------|-------|
| 8 семестр  |                      |       |
| Презентации с использованием мультимедиа с обсуждением | 2                    | 2     |
| Итого за семестр:                                      | 2                    | 2     |
| Итого  | 2                    | 2     |

## 7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1. Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

| Названия разделов  | Содержание лабораторных работ  | Трудоемкость<br>в,ч | Формируемые компетенции |
|--|--|---------------------|-------------------------|
| 8 семестр  |  |                     |                         |
| 2 Принцип действия серводвигателя. Датчики, используемые в сервоприводах               | Исследование работы инкрементного датчика и датчика абсолютного отсчета.                                       | 4                   | ПК-3, ПК-5              |
|  | Итого  | 4                   |                         |
| 3 Редукторы, используемые в сервоприводах. Основы расчета.                             | Изучение состава планетарного редуктора с циклоидальным зацеплением и определение его передаточного отношения. | 6                   | ПК-3, ПК-5              |
|  | Итого  | 6                   |                         |
| 4 Проектирование сервопривода подъемно-транспортных механизмов. Компонировки и расчет. | Исследование сервопривода вращательного действия.  | 4                   | ПК-3, ПК-5              |
|  | Итого  | 4                   |                         |
| 5 Проектирование сервопривода механизмов линейного перемещения. Компонировки и расчет. | Исследование сервопривода поступательного действия   | 4                   | ПК-3, ПК-5              |
|  | Итого  | 4                   |                         |
| Итого за семестр   |  | 18                  |                         |

## 8. Практические занятия

Не предусмотрено РУП

## 9. Самостоятельная работа

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

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

| Названия разделов  | Виды самостоятельной работы                | Трудоемкость<br>в,ч | Формируемые компетенции | Формы контроля                        |
|--|--|---------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 8 семестр  |  |                     |                         |                                       |
| 1 Основные термины и определения. Устройство серводвигателя.             | Проработка лекционного материала           | 2                   | ПК-3, ПК-5              | Экзамен                               |
|  | Итого                                      | 2                   |                         |                                       |
| 2 Принцип действия серводвигателя. Датчики, используемые в сервоприводах | Проработка лекционного материала           | 4                   | ПК-3, ПК-5              | Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4                   |                         |                                       |
|  | Итого                                      | 8                   |                         |                                       |

|  |  |    |            |                                       |
|--|--|----|------------|---------------------------------------|
| 3 Редукторы, используемые в сервоприводах. Основы расчета.                           | Проработка лекционного материала           | 4  | ПК-3, ПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 6  |            |                                       |
|  | Итого                                      | 10 |            |                                       |
| 4 Проектирование сервопривода подъемно-транспортных механизмов. Компоновки и расчет. | Проработка лекционного материала           | 4  | ПК-3, ПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4  |            |                                       |
|  | Итого                                      | 8  |            |                                       |
| 5 Проектирование сервопривода механизмов линейного                                   | Проработка лекционного материала           | 4  | ПК-3, ПК-5 | Отчет по лабораторной работе, Экзамен |
|  | Оформление отчетов по лабораторным работам | 4  |            |                                       |
|  | Итого                                      | 8  |            |                                       |
| Итого за семестр   |  | 36 |            |                                       |
|  | Подготовка к экзамену / зачету             | 36 |            | Экзамен                               |
| Итого  |  | 72 |            |                                       |

### 9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Самостоятельное изучение сервоприводов поступательного действия.
2. Самостоятельное изучение сервоприводов вращательного действия. Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе.
3. Самостоятельное изучение видов планетарных передач, используемых в сервоприводах.
4. Самостоятельное изучение работы инкрементного датчика и датчика абсолютного отсчета и лекционного материала.

### 10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

### 11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

#### 11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

| Элементы учебной деятельности | Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра | Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ | Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра | Всего за семестр |
|-------------------------------|--|---|---|------------------|
| <b>8 семестр</b>              |  |   |   |                  |
| Домашнее задание              | 5  | 10  | 10  | 25               |
| Конспект самоподготовки       | 5  | 5   | 5   | 15               |
| Отчет по лабораторной работе  | 10   | 10  | 10  | 30               |
| Итого максимум за период      | 20   | 25  | 25  | 70               |
| Экзамен                       |  |   |   | 30               |
| Нарастающим итогом            | 20   | 45  | 70  | 100              |



## 11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице

11.2. Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

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

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

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице

11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Итоговая сумма баллов,  
Оценка (ГОС) учитывает успешно сданный Оценка (ECTS) экзамен

|                                      |                |                         |
|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 5 (отлично) (зачтено)                | 90 - 100       | A (отлично)             |
|                                      | 85 - 89        | B (очень хорошо)        |
| 4 (хорошо) (зачтено)                 | 75 - 84        | C (хорошо)              |
|                                      | 70 - 74        |                         |
|                                      | 65 - 69        | D (удовлетворительно)   |
| 3 (удовлетворительно) (зачтено)      | 60 - 64        | E (посредственно)       |
| 2 (неудовлетворительно) (не зачтено) | Ниже 60 баллов | F (неудовлетворительно) |

## 12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 12.1. Основная литература

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А.П. Лукинов. - СПб.: Изд-во Лань, 2012. - 608 с. [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/2765>

### 12.2. Дополнительная литература

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов / В.Н. Павлов, В.Н. Ногин.– М.: Горячая линия-Телеком, 2001.– 320 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)

2. Пухальский Г.И. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь, 1990. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

### 12.3. Учебно-методические пособия

#### 12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Методика проектирования электромехатронных систем движения: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе / Щербинин С. В. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1739>, дата обращения: 18.01.2017.

2. Лабораторный практикум: Учебное пособие / Комзолов С. В., Шепеленко М. Г., Ключков К. В., Щербинин С. В., Осипов О. Ю. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1058>, дата обращения: 18.01.2017.

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

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и

восприятия информации.

**Для лиц с нарушениями зрения:**

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

**Для лиц с нарушениями слуха:**

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

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

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

**12.4. Базы данных, информационно-справочные, поисковые системы и требуемое программное обеспечение**

1. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом 1 шт.; Мультимедийный проектор NEC – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 20 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

**13. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

**13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

**13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест не менее 20, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

**13.1.2. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется учебно-исследовательская вычислительная лаборатория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская 147, корпус сби, 235 ауд., 2 этаж, . Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом 1 шт.; Мультимедийный проектор NEC – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 20 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5

**13.1.3. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы**

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 4 этаж, ауд. 414. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. - 10 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета..

**13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

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

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

#### 14. Фонд оценочных средств

##### 14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

##### 14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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

##### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ Федеральное  
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ  
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ П. Е. Троян  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**Сервоприводы**

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**

Направление подготовки (специальность): **15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль): **Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**

Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**

Курс: **4**

Семестр: **8**

Учебный план набора 2013 и 2014 года

Разработчики:

- доцент кафедры УИ Ефременков Е. А.
- ст. диспетчер деканат Килина О. В.

Экзамен: 8 семестр

Томск 2016

## 1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1. Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

| Код  | Формулировка компетенции  | Этапы формирования компетенций  |
|------|---|---|
| ПК-3 | способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий | Должен знать терминологию, основные понятия и определения сервоприводов и сервосистем; виды серводвигателей; основы разработки сервоприводов; виды датчиков, используемых в сервоприводах; алгоритмы проектирования сервоприводов на  |
| ПК-5 | способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств             | основе мотор-редуктора и линейного серводвигателя.;<br>Должен уметь грамотно использовать специальную терминологию; рационально подбирать вид серводвигателя с соответствующей информационной системой; формулировать и решать задачи связанные с разработкой сервопривода; рассчитывать сервоприводы для подъемного и транспортного устройства, поворотного стола и линейного перемещения; оформлять расчетную и конструкторскую документацию.;<br>Должен владеть компетенциями: разработки серво-приводных систем; методиками расчета линейных и поворотных сервоприводов; находить (выбирать) оптимальные решения при создании новой наукоемкой продукции с учетом требований качества, стоимости, сроков исполнения, конкурентоспособности и экологической безопасности.; |

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

| Показатели и критерии     | Знать  | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|--|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования | Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы |

|                                       |   |  |  |
|---------------------------------------|---|--|--|
|                                       | применимости  | проблем  |  |
| Хорошо (базовый уровень)              | Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области | Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования | Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | Обладает базовыми общими знаниями   | Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач                                       | Работает при прямом наблюдении   |

## 2 Реализация компетенций

### 2.1 Компетенция ПК-3

ПК-3: способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | как разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий | разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий | способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> </ul>  |

- Экзамен;
- Конспект самоподготовки;
- Экзамен;
- Экзамен;
- Конспект самоподготовки;
- Экзамен;
- Экзамен;
- Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                                | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|---------------------------------------|--|--|---|
| Отлично (высокий уровень)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• анализирует связи между различными экспериментальными методами; ;</li> <li>• представляет способы и результаты использования различных экспериментальных методов; ;</li> <li>• математически обосновывает выбор метода исследования и план проведения эксперимента ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно разрабатывает экспериментальные макеты мехатронных систем в незнакомых ситуациях;;</li> <li>• умеет математически обосновать и аргументированно доказать состоятельность разработанного макета ;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• способен руководить междисциплинарной командой по проведению эксперимента и обработке экспериментальных данных; ;</li> <li>• свободно владеет разными способами представления экспериментальных данных в графической и математической форме ;</li> </ul> |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимает связи между различными экспериментальными методами;;</li> <li>• аргументирует выбор экспериментального метода исследования; составляет план эксперимента; ;</li> <li>• составляет схему эксперимента;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно подбирает и готовит оборудование, необходимое для разработки экспериментального макета; ;</li> <li>• разрабатывает экспериментальные макеты в незнакомых ситуациях; ;</li> <li>• умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать состоятельность разработанного макета ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• критически осмысливает полученные экспериментальные результаты; ;</li> <li>• компетентен в средствах обработки экспериментальных данных ;</li> <li>• владеет разными способами представления экспериментальной информации ;</li> </ul>                   |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных понятий экспериментального исследования; ;</li> <li>• воспроизводит основные идеи проведения эксперимента; ;</li> <li>• знает основные методы экспериментальных</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Успешно выполнил задания руководителя разработки;;</li> <li>• умеет представлять результаты разработки и эксперимента ;</li> <li>• умеет работать со справочной литературой по разработке экспериментальных</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет терминологией обработки экспериментальных данных; ;</li> <li>• способен корректно представить данные исследований ;</li> </ul>   |



|  |  |           |  |
|--|--|-----------|--|
|  | исследований и умеет их применять на практике; | макетов;; |  |
|--|--|-----------|--|

## 2.2 Компетенция ПК-5

ПК-5: способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

| Состав                           | Знать  | Уметь  | Владеть   |
|----------------------------------|--|--|---|
| Содержание этапов                | как проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств | проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств | способностью проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств |
| Виды занятий                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Интерактивные лекции;</li> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Лекции;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> <li>• Подготовка и сдача экзамена / зачета;</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Лабораторные занятия;</li> <li>• Самостоятельная работа;</li> </ul>  |
| Используемые средства оценивания | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Конспект самоподготовки;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Отчет по лабораторной работе;</li> <li>• Домашнее задание;</li> <li>• Экзамен;</li> <li>• Экзамен;</li> </ul>  |

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

| Состав                    | Знать   | Уметь   | Владеть  |
|---------------------------|---|---|--|
| Отлично (высокий уровень) | • Проводит сравнительный анализ методов математического моделирования | • свободно проводит вычислительные эксперименты в незнакомых ситуациях; ; | • способен руководить междисциплинарной командой по проведению вычислительного |

|                                       |   |   |   |
|---------------------------------------|---|---|---|
|                                       | <p>робототехнических систем (РТС); ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• • представляет способы и результаты использования различных методов моделирования ;</li> <li>• обосновывает выбор методов моделирования исходя из условий задачи ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• умеет аргументированно обосновать предложенную схему эксперимента;</li> </ul>  | <p>эксперимента;;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• свободно владеет разными способами представления экспериментальных данных в графической и математической форме ;</li> </ul>  |
| Хорошо (базовый уровень)              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• понимает преимущества и недостатки различных методов моделирования РТС; ;</li> <li>• аргументирует выбор метода моделирования; ;</li> <li>• графически иллюстрирует задачу;</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• самостоятельно подбирает и готовит для вычислительного эксперимента необходимое программное обеспечение;;</li> <li>• применяет вычислительные методы в незнакомых ситуациях; ;</li> <li>• умеет корректно представить и обосновывать схему вычислительного эксперимента ;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• критически осмысливает полученные экспериментальные результаты; ;</li> <li>• компетентен в программных средствах для проведения вычислительного эксперимента ;</li> <li>• владеет разными способами представления экспериментальной информации;</li> </ul> |
| Удовлетворительно (пороговый уровень) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• дает определения основных понятий математического моделирования РТС; ;</li> <li>• знает основные методы моделирования и умеет их применять на практике ;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• использует для вычислительного эксперимента программные средства, предложенные руководителем; ;</li> <li>• умеет представлять результаты численного эксперимента;</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеет терминологией вычислительного эксперимента; ;</li> <li>• способен корректно представить данные численного моделирования;</li> </ul>  |

### 3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

#### 3.1 Вопросы на самоподготовку

- Самостоятельное изучение сервоприводов поступательного действия.
- Самостоятельное изучение сервоприводов вращательного действия. Изучение лекционного материала, подготовка к контрольной работе.
- Самостоятельное изучение видов планетарных передач, используемых в сервоприводах.
- Самостоятельное изучение работы инкрементного датчика и датчика абсолютного отсчета и лекционного материала.

#### 3.2 Темы домашних заданий

- 1) Проектирование сервопривода цепного конвейера.
- 2) Проектирование сервопривода поворотного стола.

3) Проектирование сервопривода роликового конвейера.

### **3.3 Экзаменационные вопросы**

1. Основные понятия термины и определения. Составные части серводвигателей (вращательных и линейных), устройство синхронного и асинхронного серводвигателя.
2. Принципы компоновки сервоприводов в зависимости от используемого серводвигателя.
3. Принцип действия синхронного и асинхронного серводвигателя. Инкрементные датчики, датчики абсолютного отсчета, принципы их работы.
4. Системы прямого измерения линейных перемещений. Компоновка датчиков в сервоприводе.
5. Планетарные редукторы, конические редукторы, цилиндрические редукторы. Редукторы с эвольвентным и циклоидальным зацеплением.
6. Основные технические характеристики редукторов, применяемых в сервоприводах.
7. Основные расчетные формулы для подбора редуктора для сервопривода.
8. Составление алгоритма проектирования сервопривода на основе выбора компоновки серводвигателя и редуктора подъемно-транспортного механизма.
9. Расчет параметров выбранного двигателя.
10. Расчет параметров выбранного редуктора.
11. Анализ параметров сервопривода для поворотных и подъемно-транспортных сервомеханизмов.
12. Составление алгоритма проектирования сервопривода на основе выбора компоновки серводвигателя и редуктора механизма линейного перемещения.
13. Расчет параметров выбранного двигателя.
14. Расчет параметров выбранного редуктора.
15. Анализ параметров сервопривода для различных сервомеханизмов линейного действия.

### **3.4 Темы лабораторных работ**

- Исследование работы инкрементного датчика и датчика абсолютного отсчета.
- Изучение состава планетарного редуктора с циклоидальным зацеплением и определение его передаточного отношения.
- Исследование сервопривода вращательного действия.
- Исследование сервопривода поступательного действия

### **4 Методические материалы**

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

#### **4.1. Основная литература**

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А.П. Лукинов. - СПб.: Изд-во Лань, 2012. - 608 с. [Электронный ресурс] [Электронный ресурс]. - <http://e.lanbook.com/view/book/2765>

#### **4.2. Дополнительная литература**

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств: Учебник для вузов / В.Н. Павлов, В.Н. Ногин.– М.: Горячая линия-Телеком, 2001.– 320 с.: ил. (наличие в библиотеке ТУСУР - 25 экз.)
2. Пухальский Г.И. Проектирование дискретных устройств на интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь, 1990. (наличие в библиотеке ТУСУР - 17 экз.)

#### **4.3. Обязательные учебно-методические пособия**

1. Методика проектирования электромехатронных систем движения: Методические

указания к практическим занятиям и самостоятельной работе / Щербинин С. В. - 2012. 45 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1739>, свободный.

2. Лабораторный практикум: Учебное пособие / Комзолов С. В., Шепеленко М. Г., Клочков К. В., Щербинин С. В., Осипов О. Ю. - 2012. 202 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1058>, свободный.

#### **4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы**

1. Состав оборудования: Учебная мебель; Экран с электроприводом 1 шт.; Мультимедийный проектор NEC – 1 шт.; Компьютеры класса не ниже Intel Pentium G3220 (3.0GHz/4Mb)/4GB RAM/ 500GB с широкополосным доступом в Internet, с мониторами типа Samsung 18.5" S19C200N– 20 шт.; Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3; Microsoft SQL-Server 2005; Matlab v6.5