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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ Е. П. Троян
«__»

Документ подписан электронной подписью
Сертификат: 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Владелец: Троян Павел Ефимович
Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧ
«Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств»

Уровень основной образовательной программы Бакалавриат
Направление подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника»
Профиль «Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике»
Форма обучения очная
Факультет ФИТ (Факультет инновационных технологий)
Кафедра УИ (Управление инновациями)
Курс 4 **Семестры** 7

Учебный план набора 2013 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 7	Всего	Единицы
1.	Лекции	36	36	часов
2.	Лабораторные работы	36	36	часов
3.	Практические занятия	18	18	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	18	18	часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)	108	108	часов
6.	Из них в интерактивной форме	20	20	часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)	108	108	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)	216	216	часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена	36	36	часов
10	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)	252	252	часов
	(в зачетных единицах)	7	7	ЗЕТ

Зачет нет **семестр** **Дифф. зачет** нет **семестр**
Экзамен 7 **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале № 5949

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 13 от « 29 » 4 2016 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) четвертого поколения по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «29» апреля 2016 г., протокол № 13.

Разработчик профессор кафедры УИ _____ А.И.Солдатов
(должность, кафедра) (подпись) (Ф.И.О.)

Зав. Кафедрой Управления инновациями _____ Г.Н.Нариманова
(подпись) (Ф.И.О.)

Декан ФИТ _____ Г.Н.Нариманова
(подпись) (Ф.И.О.)

Эксперты:

ТУСУР, каф. УИ доцент, к.ф.-м.н. /Антикин М.Е
(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

ТУСУР, каф. УИ доцент, к.ф.-м.н. /Дробот П.Н
(место работы) (занимаемая должность) (инициалы, фамилия)

Согласована на портале № 5949

1. Цели и задачи дисциплины:

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний о типах приводов, применяемых в мехатронных и робототехнических системах.

Задачи изучения дисциплины:

- получить теоретические знания о процессе преобразования энергии первичного источника питания через вторичные источники/преобразователи энергии в механическую энергию с дальнейшим её преобразованием в полезную работу;
- получить теоретические знания о принципах работы электрических и гидравлических двигателей различных типов и исполнений;
- получить теоретические знания о способах регулирования координат приводов (не путать с координатами робота!) в разомкнутых и замкнутых структурах;
- научиться получать эмпирические характеристики исполнительных двигателей;
- получить навыки управления электрическими и гидравлическими приводами;
- получить навыки расчёта приводов различных типов.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Электрические и гидравлические приводы мехатронных робототехнических устройств» входит в базовую часть профессионального цикла (Б3.Б.17). Изучение дисциплины «Электрические и гидравлические приводы мехатронных робототехнических устройств» базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин: «Теоретическая механика», «Инженерная и компьютерная графика», «Основы мехатроники и робототехники», «Электротехника». Знания, полученные студентами в ходе изучения дисциплины «Электрические и гидравлические приводы мехатронных робототехнических устройств», будут в дальнейшем использоваться в следующих курсах: «Технологии роботизированного производства», «Технологии автоматизированного производства», «Моделирование роботов и робототехнических систем».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих профессиональных компетенций:

ПК-1 - способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;

ПК-6 - способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем;

ПК-12 - готовностью участвовать в проведении предварительных испытаний составных частей опытного образца мехатронной или робототехнической системы по заданным программам и методикам и вести соответствующие журналы испытаний;

После изучения данной дисциплины бакалавры приобретают знания, умения и опыт, соответствующие результатам основной образовательной программы:

В результате изучения дисциплины «Электрические и гидравлические приводы мехатронных робототехнических устройств» студенты должны:

Знать:

- типы приводов, используемых в робототехнике;
- способы управления приводами;
- основные статические и динамические характеристики приводов;

Согласована на портале № 5949

- энергетические характеристики приводов;
-способы торможения.

Уметь:
- рассчитывать статические и динамические характеристики приводов;
- управлять координатами приводов;
- снижать энергозатраты за счёт оптимального проектирования и рекуперации энергии.

Владеть:
- самостоятельной постановки задачи на проектирование и разработки технического задания

4. Объем дисциплины и виды учебной работы
Общая трудоемкость дисциплины составляет _____ 7 _____ зачетных единиц.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		7
Аудиторные занятия (всего):	108	108
В том числе:		
Лекции	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Семинары (С)		
Коллоквиумы (К)		
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)	18	18
Другие виды аудиторной работы		
Самостоятельная работа (всего)	108	| 108
В том числе:		
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)	50	50
Расчетно-графические работы		
Реферат		
Другие виды самостоятельной работы	58	58
Вид промежуточной аттестации -экзамен	36	36
Общая трудоемкость час	252	252
Зачетные Единицы Трудоемкости	7	7

5. Содержание дисциплины
5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции	Практич. занятия.	Курсовой П/Р (КРС)	Лаб. раб	Самост. работа студента	Всего час. (без экзам)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Понятие привода	2	1			2	5	ПК-1
2.	Основы механики привода	2	1			4	7	ПК-1, ПК-6
3.	Электропривод постоянного тока	8	6	10	16	50	90	ПК-1, ПК-6
4.	Электропривод переменного тока.	6	2		8	10	26	ПК-1, ПК-6
5.	Шаговый двигатель (ШД)	6	2		4	10	22	ПК-1, ПК-6
6.	Энергетика электроприводов.	2	2	8	4	12	28	ПК-6, ПК-12

Согласована на портале № 5949

7.	Гидравлический привод (ГП)	10	4		4	20	38	ПК-1, ПК-6
	Итого	36	18	18	36	108	216	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Понятие привода	Что такое привод? Два канала привода. Функции каждого из каналов	2	ПК-1
2.	Основы механики привода	Уравнение движения. Приведение моментов и моментов инерции. Механические характеристики .	2	ПК-1, ПК-6
3.	Электропривод постоянного тока	Основные уравнения. Характеристики и режимы для различных способов возбуждения. Номинальный режим. Допустимые значения координат электропривода. Регулирование координат в разомкнутых и замкнутых структурах.	8	ПК-1, ПК-6
4.	Электропривод переменного тока.	Модели асинхронного двигателя. Механические характеристики. Регулирование координат для двигателей с короткозамкнутым и с фазным ротором. Применение управляемых синхронных двигателей в робототехнике.	6	ПК-1, ПК-6
5.	Шаговый двигатель(ШД)	Принцип работы. Особенности проектирования приводов с ШД. Достоинства и недостатки приводов с ШД.	6	ПК-1, ПК-6
6.	Энергетика электроприводов.	Пуск, торможение, реверс. Оценка эффективности двунаправленных потоков энергии. Потери в установившихся режимах.	2	ПК-1, ПК-6, ПК-12
7.	Г идравлический привод (ГП)	Гидродинамический и объёмный ГП. ГП поступательного и вращательного движения Насосы и гидромоторы. Типовая схема ГП. Устройство и принцип работы элементов схемы. Торможение ГП. Достоинства и недостатки ГП по сравнению с электроприводом. Другие типы приводов, применяемые в современной робототехнике.	10	ПК-1, ПК-6
		итого	36	

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

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин						
		1	2	3 4		5	6	7
Предшествующие дисциплины								
1	Теоретическая механика	+	+					+
2	Инженерная и компьютерная графика		+					
3	Основы мехатроники и робототехники	+	+	+	+	+	+	+
4	Электротехника		+	+	+	+	+	
Последующие дисциплины								
5	Технологии роботизированного производства		+	+	+		+	+
6	Технологии автоматизированного производства		+	+	+	+	+	+
7	Моделирование роботов и робототехнических систем	+	+	+	+			

Согласована на портале № 5949

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий (пример)

Перечень компетенции	Виды занятий					Формы контроля
	Л	Лаб	Пр.	КР/КП	СРС	
ПК-1	+	+	+	+	+	Поиск информации в Интернет по заданной теме, анализ и переработка информации, представление информации для обсуждения в группе в интерактивной форме.
ПК-6	+	+	+		+	Письменные работы «Определение моментов и моментов инерции робота-манипулятора», «Расчёт гидропривода схвата», отчёты по лабораторным работам
ПК-12	+	+	+	+	+	Отчёты по лабораторным работам, защита курсового проекта

Л - лекция, Пр - практические и семинарские занятия, Лаб - лабораторные работы, КР/КП - курсовая работа/проект, СРС - самостоятельная работа студента

6. Методы и формы организации обучения

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Формы Методы	Лекции (час)	Практические/ семинарские Занятия (час)	Всего
Работа в команде	8		8
Case-study (метод конкретных ситуаций)		4	4
Решение ситуационных задач	4	4	8
Итого интерактивных занятий	12	8	20

Для достижения поставленных целей преподавания дисциплины реализуются следующие средства, способы и организационные мероприятия:

- изучение теоретического материала дисциплины на лекциях с использованием компьютерных технологий;
- самостоятельное изучение теоретического материала дисциплины с использованием *Internet*-ресурсов, информационных баз, методических разработок, специальной учебной и научной литературы;
- закрепление теоретического материала при проведении практических работ, выполнения курсового проекта

7. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела Дисциплины Из табл.%. 1	Тема лабораторной работы	Трудоёмкость (час.)	Компетенции
1	3	Определение механических характеристик двигателя постоянного тока с постоянными магнитами.	4	ПК-1, ПК-6
2	3	Определение механических характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.	4	ПК-1, ПК-6
3	3	Определение механических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.	4	ПК-1, ПК-6
4	3	Определение механических характеристик двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.	4	ПК-1, ПК-6
5	4	Определение механических характеристик асинхронного двигателя	4	ПК-1, ПК-6
6	4	Исследование механических характеристик	4	ПК-1, ПК-6

Согласована на портале № 5949

		синхронного двигателя		
7	6	Определение среднего за цикл коэффициента полезного действия электропривода постоянного тока параллельного возбуждения, сравнение с коэффициентом полезного действия привода на основе шагового двигателя.	4	ПК-1, ПК-6, ПК-12
8	5	Экспериментальное определение характеристик шагового двигателя, сравнение их с заранее неизвестными паспортными данными	4	ПК-1, ПК-6
9	7	Исследование характеристик гидравлического привода, сравнение их с полученными теоретическими расчётами на практическом занятии	4	ПК-1, ПК-6
		ИТОГО	36	

8. Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо емкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
1.	1	Динамика производства роботов в России	1	ПК-1
2.	2	Приведение моментов и моментов инерции для трёхзвенного робота- манипулятора	1	ПК-6, ПК-12
3.	3	Определение зависимости скорости на выходном валу электропривода от нагрузки для различных типов двигателей по их механическим характеристикам	6	ПК-1, ПК-6
4.	4	Специфика применения управляемых синхронных двигателей в робототехнике.	2	ПК-1, ПК-6
5.	5	Расчёт точности позиционирования робота- манипулятора при применении приводов на базе шаговых двигателей различных исполнений.	2	ПК-1, ПК-6
6.	6	Расчёт реактивной энергии, запасаемой приводом при разгоне. Расчёт энергии диссипации. Оценка энергии возможной рекуперации.	2	ПК-1, ПК-6, ПК-12
7	7	Расчёт усилия, развиваемого гидроприводом, используемым в лабораторном практикуме. Расчёт мощности гидронасоса, работающего на общую магистраль роботов на гидроприводах.	4	ПК-1, ПК-6
		ИТОГО	18	

9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисциплины из табл. 5.1	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо емкость (час.)	Компе-тенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы (Опрос, тест, дом. задание, и т.д)
1.	1	Описать динамику создания роботов в России. Оценить количество приводов, необходимых для реализации всего парка роботов	2	ПК-1	Домашнее задание, выступление
2	2	Приведение моментов и моментов инерции для трёхзвенного робота- манипулятора с учётом массы полезного груза.	4	ПК-6	Домашнее задание, выступление
3	3	Выбор типа двигателя и преобразователя движения. Расчёт мощности двигателя. Проверка двигателя на нагрев и по перегрузочной способности. Выбор способа управления приводом. Описание принципа работы блока управления по функциональной	50	ПК-1, ПК-6	Домашнее задание, выступление

Согласована на портале № 5949

		схеме.			
4	**4**	Выбор асинхронного двигателя в качестве альтернативного двигателю постоянного тока, выбранного в ходе выполнения курсового проекта. Оценить достоинства и недостатки альтернативных вариантов.	10	ПК-1, ПК-6	Домашнее задание, выступление
5	**5**	Выбор шагового двигателя в качестве альтернативного двигателю постоянного тока, выбранного в ходе выполнения курсового проекта. Оценить достоинства и недостатки альтернативных вариантов	10	ПК-1, ПК-6	Домашнее задание, выступление
6	**6**	Выбор возможного варианта схемы рекуперации энергии приводом, тип которого выбран в курсовом проекте. Оценить техникоэкономическую целесообразность осуществления рекуперации энергии для данного конкретного привода.	12	ПК-1, ПК-6, ПК-12	Домашнее задание, выступление
7	**7**	Расчёт рабочего объёма гидроцилиндра, обеспечивающего такое же перемещение детали с таким же моментом силы, как и электропривод, разработанный в курсовом проекте.	20	ПК-1, ПК-6	Домашнее задание, выступление
		итого	108		

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ)

1. ***Разработать электропривод плеча робота-манипулятора, осуществляющего погрузку круглого леса на железнодорожную платформу.***

- анализ задачи:
  - —выбор кинематической схемы (согласовать с преподавателем);
  - —определение исходных данных для расчёта (после определения согласовать с преподавателем);
- поиск и анализ возможных путей реализации электропривода;
- выбор типа привода и обоснование принятого решения;
- выбор исполнения двигателя;
- расчёт мощности двигателя;
- проверочные расчёты по нагреву и по перегрузочной способности.

2. ***Разработать электропривод для схвата робота, осуществляющего сборку резьбовых соединений на главном конвейере АВТОВАЗа.***

3. ***Разработать электропривод схвата робота, раскладывающего на птицефабрике яйца по ячейкам инкубатора.***

11.Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

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
Посещение занятий	5	10	10	**25**
Тестовый контроль	5	10	5	**20**
Контрольные работы на практических занятиях	5	10	5	**20**
Лабораторные работы		10	5	**15**
Компонент своевременности	5	10	5	**20**
Итого максимум за период:	**20**	**50**	**30**	**100**
Нарастающим итогом	**20**	**70**	**100**	**100**

Согласована на портале № 5949

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

Таблица 11.3 - Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
зачтено	**90 -100**	A (отлично)
зачтено	**85-89**	B (очень хорошо)
	75-84	C (хорошо)
	70-74	D (удовлетворительно)
зачтено	**65-69**	
	60-64	E(посредственно)
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. URL: http://e/lanbook.com/view/book/2765.
2. Кацман, Марк Михайлович. Электрический привод [Текст]: учебник для среднего профессионального образования/М. М. Кацман. - 5-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2013. - 384 с. Экземпляры всего: 15.
3. Москаленко, Владимир Валентинович. Системы автоматизированного управления электропривода [Текст]: учебник / В. В. Москаленко. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 208 с. Экземпляры всего: 10.

12.2. Дополнительная литература

1. Жаворонков, Михаил Анатольевич. Электротехника и электроника [Текст]: учебное пособие для вузов / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. - 400 с. Экземпляры всего: 1
2. Жаворонков, Михаил Анатольевич. Электротехника и электроника: Учебное пособие для вузов / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. - М.: Академия, 2005. - 393 с. Экземпляры всего: 30
3. Терехов, Владимир Михайлович. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов/В. М. Терехов, О. И. Осипов; ред.: В. М. Терехов. - М.: Академия, 2005. - 299 с.: Экземпляры всего: 1.
4. Гарганеев, Александр Георгиевич. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие для вузов / А. Г. Гарганеев; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 393[1] с. Экземпляры всего: 95.

12.3. Интернет-ресурсы:

1. www.electrolibrary.ru Портал «Государственные стандарты».
2. www.prosoft.ru Журнал «Современные технологии автоматизации»
3. www.rusrobotics.ru Журнал «Робототехника и техническая кибернетика»
4. http://robome.ru Журнал «Робототехника и бизнес»

12.4 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе. Щербинин С.В.. - 2013. 17 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3755.
2. Методические указания к выполнению лабораторных занятий. Щербинин С.В.. - 2013. 34 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3754.
3. Щербинин, С. В. Конструкторско-технологическая документация электромехатронных систем движения: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Щербинин С. В. — Томск: ТУСУР, 2012. — 16 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2043.

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс и компьютеры с выходом в Интернет.
Программное обеспечение любые операционная система (Windows, Linux) и браузер для работы в Интернет.

Согласована на портале № 5949

Приложение к рабочей программе

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ» (ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ Проректор по учебной работе
_____ **П. Е. Троян**
«_9_» _____08_____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ *ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ*
Электрические и гидравлические приводы мехатронных и робототехнических устройств

Уровень основной образовательной программы - **бакалавриат**
Направление(я) подготовки (специальность) - 15.03.06 "Мехатроника робототехника "
Профиль(и) — " Компьютерные технологии управления в мехатронике и робототехнике "
Форма обучения - очная
Факультет Инновационных технологий (ИТ)
Кафедра Управления инновациями
Курс 4 Семестр 7

Учебный план набора 2013 года и последующих лет.

Экзамен 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 5949

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 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 таблице 1.

Таблица 1 Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

	Формулировка компетенции	**Этапы формирования компетенции**
ПК-1	способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники	Должен знать математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники; Должен уметь использовать математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники; Должен владеть: навыками составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
ПК-6	способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	Должен знать: стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем Должен уметь: использовать стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем Должен владеть: навыками работы со стандартные программные пакеты для исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем
ПК-12	способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями	Должен знать стандарты разработки конструкторской и проектной документации; Должен уметь разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов робототехнических систем; Должен владеть навыками разработки принципиальных и структурных схем, чертежей, технических текстов

Согласована на портале № 5949

2.Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 2.

Таблица 1– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает методы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	Умеет составлять математические модели робототехнических систем, их подсистем, отдельных элементов и модулей.	Владеет математическим аппаратом, необходимым для моделирования мехатронных и робототехнических систем
Виды занятий	• Практические занятия	• Производственная работа;	• Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	• Защита отчета по практике	• Представление результатов руководителю	• Представление результатов руководителю

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 3.

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

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

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

Таблица 3 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Проводит сравнительный анализ методов математического моделирования их	• свободно применяет методы моделирования РТС в незнакомых ситуациях; • умеет математически обосновать и аргументированно	• способен руководить междисциплинарной командой по составлению математических моделей РТС; • свободно владеет

Согласована на портале № 5949

	• представляет способы и результаты использования различных методов моделирования; • обосновывает выбор методов моделирования исходя из условий задачи	доказать оптимальность выбора метода моделирования	необходимым математическим аппаратом
Хорошо (базовый уровень)	• понимает преимущества и недостатки различных методов моделирования РТС; • аргументирует выбор метода моделирования; • графически иллюстрирует задачу	• самостоятельно выбирает метод моделирования РТС; • применяет методы математического моделирования в незнакомых ситуациях; • умеет корректно выражать и аргументированно обосновывать математические модели мехатронных систем и их компонентов.	• критически осмысливает проблемы, возникшие при моделировании; • владеет разными способами составления математических моделей
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий математического моделирования РТС; • воспроизводит основные идеи моделирования; • распознает объекты, модули, компоненты РТС; • знает основные методы моделирования и умеет их применять на практике	• умеет работать со справочной литературой по моделированию РТС; • Успешно выполнил задания руководителя; • умеет представлять результаты математического моделирования	• владеет терминологией моделирования РТС; • способен корректно описать и представить результаты моделирования

2.2 Компетенция ПК-6

ПК-6: способностью проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем

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	Знает методы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	Умеет проводить вычислительные эксперименты с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем	Владеет стандартными программными пакетами для проведения вычислительного эксперимента
Виды занятий	• Практические занятия	• Производственная работа;	• Самостоятельная работа
		• Представление результатов	• Представление результатов

Согласована на портале № 5949

		руководителю	руководителю

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• Проводит сравнительный анализ методов математического моделирования робототехнических систем (РТС); • представляет способы и результаты использования различных методов моделирования; • обосновывает выбор методов моделирования исходя из условий задачи	• свободно проводит вычислительные эксперименты в незнакомых ситуациях; • умеет аргументированно обосновать предложенную схему эксперимента	• способен руководить междисциплинарной командой по проведению вычислительного эксперимента; • свободно владеет разными способами представления экспериментальных данных в графической и математической форме
Хорошо (базовый уровень)	• понимает преимущества и недостатки различных методов моделирования РТС; • аргументирует выбор метода моделирования; • графически иллюстрирует задачу	• самостоятельно подбирает и готовит для вычислительного эксперимента необходимое программное обеспечение; • применяет вычислительные методы в незнакомых ситуациях; • умеет корректно представить и обосновывать схему	• критически осмысливает полученные экспериментальные результаты; • компетентен в программных средствах для проведения вычислительного эксперимента • владеет разными способами представления экспериментальной

Согласована на портале № 5949

		вычислительного эксперимента	информации
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• дает определения основных понятий математического моделирования РТС; • воспроизводит основные идеи моделирования; • распознает объекты, модули, компоненты РТС; • знает основные методы моделирования и умеет их применять на практике	• использует для вычислительного эксперимента программные средства, предложенные руководителем; • умеет представлять результаты численного эксперимента	• владеет терминологией вычислительного эксперимента; • способен корректно представить данные численного моделирования

2.3 Компетенция ПК-12

ПК-12: способностью разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов мехатронных и робототехнических систем в соответствии с имеющимися стандартами и техническими условиями.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 8.

Таблица 8– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает стандарты разработки конструкторской и проектной документации	Умеет разрабатывать конструкторскую и проектную документацию механических, электрических и электронных узлов робототехнических систем	Владеет навыками разработки принципиальных и структурных схем, чертежей, технических текстов
Виды занятий	• Практические занятия	• Производственная работа;	• Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	• Защита отчета по практике	• Представление результатов руководителю	• Представление результатов руководителю

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции на всех этапах приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенции по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое

Согласована на портале № 5949

		области исследования	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

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 10.

Таблица 10 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• анализирует различные стандарты разработки проектной и конструкторской документации; отлично разбирается в типах документов; • обосновывает план и объемы трудозатрат по разработке конструкторской и проектной документации	• свободно разрабатывает техническую документацию на незнакомые робототехнические системы; • умеет аргументированно защитить подготовленный комплект проектных и конструкторских документов	• способен руководить междисциплинарной командой по разработке конструкторской или проектной документации; • свободно владеет навыками разработки графических схем и технических текстов
Хорошо (базовый уровень)	• понимает связи между различными стандартами разработки технической документации; • имеет представление о типах и структуре конструкторских и проектных документов; • графически иллюстрирует текстовые материалы	• самостоятельно готовит техническое задание и другие проектные документы на создание робототехнических систем; • разрабатывает конструкторскую документацию на вновь создаваемые устройства; • умеет аргументированно защитить разработанные комплекты документов	• критически осмысливает разработанные текстовые материалы; • компетентен в вопросах разработки принципиальных и структурных схем в междисциплинарной команде; • владеет разными способами представления результатов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• имеет общее представление о стандартах разработки документации; • воспроизводит основные разработки проектных и конструкторских документов; • знает основные типы документов	• умеет работать со справочной литературой; • способен подготовить отдельные документы по предоставленному образцу • умеет представлять результаты своей работы	• владеет терминологией разработки схем, чертежей, текстов; • способен корректно представить отчет о своей работе

3.Типовые контрольные задания

Согласована на портале № 5949

Для решения задач обучения используются следующие материалы.

- отметить несколько правильных вариантов О - отметить один правильный вариант

1. **Типы двигателей постоянного тока:**

-	асинхронные
-	с независимым возбуждением
-	с зависимым возбуждением
-	с параллельным возбуждением
-	с последовательным возбуждением
-	со смешанным возбуждением

2. **Выберите правильное определение шагового двигателя:**

О	электрический двигатель, питание которого осуществляется постоянным током
О	это синхронный бесщёточный электродвигатель с несколькими обмотками, в котором ток, подаваемый в одну из обмоток статора, вызывает фиксацию ротора. Последовательная активация обмоток двигателя вызывает дискретные угловые перемещения ротора.
О	электрический двигатель, питание которого осуществляется переменным током
	электрический двигатель, питание которого осуществляется переменным током
	электродвигатель переменного тока, в котором частота вращения ротора отличается от частоты вращающего магнитного поля, создаваемого питающим напряжением

3. **Выберите типы приводов:**

О	**Гидравлический**
О	**Электрический**
О	**Механический**
О	**Ручной**

Темы курсовых проектов:

1) Разработать электропривод плеча робота-манипулятора, осуществляющего погрузку круглого леса на железнодорожную платформу
2) Разработать электропривод для схвата робота, осуществляющего сборку резьбовых соединений на главном конвейере АВТОВАЗа,
3) Разработать электропривод для схвата робота, раскладывающего на птицефабрике яйца по ячейкам инкубатора

Примерное содержание курсового проекта

- Анализ задачи:
  - Выбор кинематической схемы
  - Определение исходных данных для расчета
- Поиск и анализ возможных путей реализации электропривода.
- Выбор типа привода и обоснование принятого решения.
- Выбор исполнения двигателя
- Расчет мощности двигателя.
- Расчеты по нагреву и перегрузочной способности.

Экзаменационные вопросы.

Экзамен проводится в электронном виде . Примерный перечень вопросов приведен в приложении 1.

Согласована на портале № 5949

1. Расчет мощности двигателя.
2. Способы управления двигателем постоянного тока.
3. Способы управления двигателем переменного тока.
4. Специфика применения управляемых синхронных двигателей в робототехнике.
5. Расчет точности позиционирования робота манипулятора при использовании шагового двигателя.
6. Схема управления двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.
7. Схема управления двигателем постоянного тока с последовательным возбуждением.

4. Методические материалы

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

4.1. Основная литература.

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств/ А.П. Лукинов.- СПб.: Изд-во Лань, 2012,- 608 с. URL: http://e/lanbook.com/view/book/2765.
2. Кацман, Марк Михайлович. Электрический привод [Текст]: учебник для среднего профессионального образования/М. М. Кацман. - 5-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2013. - 384 с. Экземпляры всего: 15.
3. Москаленко, Владимир Валентинович. Системы автоматизированного управления электропривода [Текст]: учебник / В. В. Москаленко. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 208 с. Экземпляры всего: 10.

4.2 Дополнительная литература

1. Жаворонков, Михаил Анатольевич. Электротехника и электроника [Текст]: учебное пособие для вузов / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. - 5-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. - 400 с. Экземпляры всего: 1
2. Жаворонков, Михаил Анатольевич. Электротехника и электроника: Учебное пособие для вузов / М. А. Жаворонков, А. В. Кузин. - М.: Академия, 2005. - 393 с. Экземпляры всего: 30
3. Терехов, Владимир Михайлович. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов/В. М. Терехов, О. И. Осипов; ред.: В. М. Терехов. - М.: Академия, 2005. - 299 с.: Экземпляры всего: 1.
4. Гарганеев, Александр Георгиевич. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие для вузов / А. Г. Гарганеев; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 393[1] с. Экземпляры всего: 95.

4.3 Учебно-методические пособия и программное обеспечение

1. Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе. Щербинин С.В.. - 2013. 17 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3755.
2. Методические указания к выполнению лабораторных занятий. Щербинин С.В.. - 2013. 34 с. http://edu.tusur.ru/training/publications/3754.
3. Щербинин, С. В. Конструкторско-технологическая документация электромехатронных систем движения: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Щербинин С. В. — Томск: ТУСУР, 2012. — 16 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/2043.

4.4 Интернет-ресурсы:

1. www.electrolibrary.ru Портал «Государственные стандарты».
2. www.prosoft.ru Журнал «Современные технологии автоматизации»
3. www.rusrobotics.ru Журнал «Робототехника и техническая кибернетика»
4. http://robome.ru Журнал «Робототехника и бизнес»

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для проведения практических занятий необходим компьютерный класс и компьютеры с выходом в Интернет. Программное обеспечение любые операционная система (Windows, Linux) и браузер для работы в Интернет.

.

Согласована на портале № 5949

Примерные вопросы к экзамену по дисциплине «ЭУМиРТС»

1. Расчет мощности двигателя.
2. Способы управления двигателем постоянного тока.
3. Способы управления двигателем переменного тока.
4. Специфика применения управляемых синхронных двигателей в робототехнике.
5. Расчет точности позиционирования робота манипулятора при использовании шагового двигателя.
6. Схема управления двигателем постоянного тока с независимым возбуждением.
7. Схема управления двигателем постоянного тока с последовательным возбуждением.
8. Схема управления двигателем постоянного тока с параллельным возбуждением.
9. Частотный привод.
10. Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя.
11. Основные характеристики шагового двигателя.

Согласована на портале № 5949