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
_____ **П.Е.Троян**
«16» 11 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Управление мехатронными и робототехническими системами»

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

Учебный план набора 2013 года и последующих лет

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции							18		18	часов
2.	Лабораторные работы										часов
3.	Практические занятия							36		36	часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)										часов
5.	Всего аудиторных занятий (Сумма 1-4)										часов
6.	Из них в интерактивной форме										часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)							54		54	часов
8.	Всего (без экзамена) (Сумма 5,7)										часов
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена										часов
10	Общая трудоемкость (Сумма 8,9)							108		108	часов
	(в зачетных единицах)							3		3	ЗЕТ

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

Экзамен нет **семестр**

Томск 2016

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

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

Рабочая программа составлена с учетом требований Государственного образовательного стандарта высшего образования (ГОС ВО) по направлению 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» №206 утвержденного 12.03.2016 г., рассмотрена и утверждена на заседании кафедры УИ « 29 » апреля 2016 г., протокол № 13.

Разработчик доцент кафедры УИ (должность, кафедра) (подпись) М.Е.Антипин (Ф.И.О.)

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами специальности.

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

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

Эксперты:

ТУСУР, ФИТ, каф.УИ (место работы) доцент (занимаемая должность) П.Н.Дробот (инициалы, фамилия)

ТУСУР, ФИТ, каф.УИ (место работы) профессор (занимаемая должность) А.И.Солдатов (инициалы, фамилия)

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

1. **Цели и задачи дисциплины:**

Цель освоения дисциплины: изучить виды мехатронных и робототехнических систем, методы и алгоритмы управления ими.

Задачи дисциплины:

1) Познакомить обучающихся с математическим описанием манипуляторов.
2) Освоить методы решения задач кинематики и динамики манипуляторов.
3) Сформировать навыки разработки конечных автоматов для задач управления роботами.

2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина Б1.В.ОД.22 «Управление мехатронными и робототехническими системами» относиться к вариативной части профессионального цикла, и является обязательной дисциплиной. Для успешного освоения дисциплины студенту необходимо успешно освоить курсы «Физика», «Теория автоматического управления», «Дискретная математика» из основной образовательной программы бакалавриата. Полученные знания и навыки используются при изучении дисциплин «Проектирование цифровых систем управления», «Технологии роботизированного производства», «Моделирование роботов и робототехнических систем».

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

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-1).
2) способностью разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий (ПК-3).
3) 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 (ПК-5)

В результате изучения дисциплины студент должен:

Знать: методы математического описания и алгоритмы цифровой обработки сигналов.

Уметь: применять методы цифровой обработки для фильтрации, преобразования и анализа

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

измерительных сигналов.

Владеть: навыками синтеза цифровых измерительных преобразователей.

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет ____3____ зачетных единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Аудиторные занятия (всего)	54							54	
В том числе:	-						-	-	-
Лекции	**18**							18	
Лабораторные работы (ЛР)									
Практические занятия (ПЗ)	**36**							36	
Семинары (С)									
Коллоквиумы (К)									
Курсовой проект/(работа) (аудиторная нагрузка)									
Другие виды аудиторной работы									
Самостоятельная работа (всего)	**54**							54	
В том числе:	-							-	-
Курсовой проект (работа) (самостоятельная работа)									
Расчетно-графические работы									
Реферат									
Другие виды самостоятельной работы									
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	**Зач.**							Зач.	
Общая трудоемкость час	**108**							108	
Зачетные Единицы Трудоемкости	**3**							3	

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. час.	ЛР час.	ПЗ час.	Семин. час.	СРС час.	Всего час.	ОК ПК
1.	Кинематика манипуляторов	6		6		8	20	ПК-1
2	Динамика манипуляторов	6		18		28	52	ПК-3
3	Синтез конечных автоматов	6		12		18	36	ПК-5

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование разделов	Содержание разделов	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции (ОК, ПК)
1.	Кинематика манипуляторов	Классификация роботов по типам управления. Типы механических сочленений. Рабочие зоны манипуляторов. Задачи кинематики. Связанные переменные. Связанные системы координат. Правила Денавита-Хартенберга. Планирование траекторий движения манипулятора. 4-3-4 траектория.	6	ПК-1
2.	Динамика	Задачи динамики. Потенциальная и кинетическая энергия манипулятора.	6	ПК-3

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

	манипуляторов	Уравнение в форме Лагранжа. Векторно матричное уравнение. Взаимное влияние звеньев манипулятора. Принцип Д'Аламбера. Рекуррентная вычислительная форма уравнения уравнений динамики. Особенности дискретного позиционного и циклового управления. Анализ механической передачи. Электромеханический момент на валу двигателя. Система управления электроприводом. Анализ устойчивости.		
3	Синтез конечных автоматов	Понятие автомата. Синтез конечных автоматов. Автоматные сети. Время срабатывания автоматной сети. Явление риска в автоматных сетях. Комбинационные автоматы. Импульсные сигналы. Операторы переходов.	6	ПК-5

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
Предшествующие дисциплины				
1	Физика	+	+	
2	Теория автоматического управления	+	+	
3	Дискретная математика			+
1	Проектирование цифровых систем управления	+	+	+
2	Основы роботизированного производства	+	+	+
3	Моделирование роботов и робототехнических систем	+	+	

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

Перечень компетенций	Виды занятий					Формы контроля *(примеры)*
	Л	ПЗ	Лаб	КР/КП	СРС	
ПК-1	+	+			+	Работа на ПЗ, проверка дом.задания
ПК-3	+	+				Опрос на лекции, Работа на ПЗ
ПК-5	+	+			+	Работа на ПЗ, Проверка дом.задания

Л – лекция, ПЗ – практические занятия, Лаб – лабораторные работы, КР/КП – курсовая работа / проект, СРС – самостоятельная работа студента

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

6. Методы и формы организации обучения

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе, с учетом требований к объему занятий в интерактивной форме.

Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий

Методы / Формы	Лекции	Практические занятия	СРС
Приглашение специалиста			
Выступление в роли обучающего	2		
Работа в команде		2	
«Мозговой штурм»		2	
Поисковый метод			2
Исследовательский метод			

7. Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
1.	Кинематика манипуляторов	Рабочие зоны манипуляторов.	2	ПК-1
		Обобщенные координаты. Преобразование системы координат.		
		Преобразование системы координат.	2	
		Система координат Денавита-Хартенберга.		
		Преобразование системы координат для манипулятора Пума.	2	
2.	Динамика манипуляторов	Уравнение динамики манипулятора в форме Лагранжа.	2	ПК-3
		Уравнение динамики манипулятора в форме Ньютона.	2	
		Уравнение динамики манипулятора в форме Даламбера.	2	
		Дискретное цикловое управление.	2	
		Взаимовлияние степеней свободы манипулятора.	2	
		Расчет траектории движения манипулятора.	2	
		Расчет управляющих параметров двигателя постоянного тока.	2	
		Условия устойчивости системы управления.	2	
		Динамические характеристики манипулятора.	2	
3.	Синтез конечных автоматов	Синтез конечных автоматов.	6	ПК-5
		Реализация конечных автоматов.	6	

8. Лабораторный практикум

Не предусмотрен.

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

9. Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика самостоятельной работы *(детализация)*	Трудо-емкость (час.)	ОК, ПК
1.	Кинематика манипуляторов	Проработка материалов лекций Подготовка к практическим занятиям	2 6	ПК-1
2.	Динамика манипуляторов	Проработка материалов лекций Подготовка к практическим занятиям Самостоятельное изучение темы «Условия равновесия манипуляторов» Самостоятельное изучение темы «Типы и характеристики редукторов»	2 10 8 8	ПК-3
3	Синтез конечных автоматов	Проработка материалов лекций Подготовка к практическим занятиям Самостоятельное изучение темы «Сети Петри» Самостоятельное изучение темы «Машина Тьюринга»	2 6 5 5	ПК-5

10. Примерная тематика курсовых проектов (работ).
Не предусмотрено.

11. Балльно-рейтинговая система

Таблица 11.1 Балльные оценки для элементов контроля

Элементы и результаты учебной деятельности	Принцип оценки	Максимум за семестр
Посещение лекций	1 балл за каждые час, кроме первой	**16**
Самостоятельное изучение теоретического материала	Проверка конспекта: Максимум 3 балла за каждую тему	**12**
Работа на практических занятиях	Оценка по 4-балльной системе	**72**
Итого		**100**

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)**
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)

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

12.1. Основная литература

- Основы робототехники [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 360 с.. (19 экз.в библиотеке ТУСУРа)

12.2. Дополнительная литература

- Робототехника : Учебное пособие / Ю. И. Сулимов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99 с. (70 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (8 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов [Текст] : учебное пособие для вузов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. - М. : Высшая школа, 1986. - 264 с. (5 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Элементы теории роботов. Механика и управление [Текст] : учебное пособие / С. Ф. Бурдаков. - Л. : ЛПИ, 1985. - 88 с. (1 экз. в библиотеке ТУСУРа)

12.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение:

- Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. – 2014. 9 с.;
- Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. – 2014. 6 с.;

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо:

- аудитория, оборудованная техническими средствами для демонстрации лекций-визуализаций;
- компьютерный класс для проведения практических и самостоятельных работ.

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

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**
«16» _____11_____ 2016 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ *ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ*

Управление мехатронными и робототехническими системами

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.

Зачет 7 семестр **Диф. Зачет** нет **семестр**

Экзамен нет **семест**

Томск 2016

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

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 составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники
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** как разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий Должен **уметь** разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий; Должен **владеть** навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

		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.	Должен **знать** 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; Должен **уметь** проводить эксперименты на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств; Должен **владеть** навыками проведения экспериментов на действующих макетах, образцах мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств.

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-1

ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, 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 2 Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	***Знать***	***Уметь***	*Владеть*
Содержание этапов	математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных элементов и модулей, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники;	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	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;
Виды занятий	Лекции Практические занятия.	Домашнее задание. Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Контрольная работа. Проверка домашних заданий. Зачет.	Оформление и защита домашнего задания. Зачет.	Зачет.

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

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

Таблица 3 – 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 4 Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	***Знать***	***Уметь***	***Владеть***
Отлично (высокий уровень)	Знает математические модели для управления мехатронными и робототехническими системами, их подсистемами и отдельными элементами и модулями, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.	Умеет управлять мехатронными и робототехническими системами, их подсистемами и отдельными элементами и модулями, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.	Владеет навыками управления мехатронными и робототехническими системами, их подсистемами и отдельными элементами и модулями, включая информационные, электромеханические, гидравлические, электрогидравлические, электронные устройства и средства вычислительной техники.
Хорошо (базовый уровень)	Знает общие математические модели для управления мехатронными и робототехническими системами, их подсистемами и отдельными элементами и модулями.	Умеет управлять отдельными мехатронными и робототехническими системами, их подсистемами и отдельными элементами и модулями.	Владеет навыками управления отдельными мехатронными и робототехническими системами, их подсистемами и отдельными элементами и модулями.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями математических моделей для управления	Обладает основными умениями управления отдельными мехатронными и	Работает под прямым наблюдением при управлении отдельными

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

	мехатронными и робототехническими системами.	робототехническими системами.	мехатронными и робототехническими системами.

2.2 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 5.

Таблица 5 Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	***Знать***	***Уметь***	*Владеть*
Содержание этапов	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;	навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий.
Виды занятий	Лекции Практические занятия.	Домашнее задание. Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Контрольная работа. Проверка домашних заданий. Зачет.	Оформление и защита домашнего задания. Зачет.	Зачет.

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

Таблица 6 Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	***Знать***	***Уметь***	*Владеть*
Отлично (высокий уровень)	Знает экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем, проводит их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий	Умеет разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий;	Владеет навыками разработки экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их экспериментальное исследование с применением современных информационных технологий.
Хорошо (базовый уровень)	Знает отдельные экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и	Умеет разрабатывать отдельные экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей	Владеет навыками разработки отдельных экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

	робототехнических систем.	мехатронных и робототехнических систем	модулей мехатронных и робототехнических систем.
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями управления мехатронными и робототехническими системами.	Обладает основными умениями при разработке отдельных экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем	Работает при прямом наблюдении при разработке отдельных экспериментальных макетов управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем.

2.3 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 7.

Таблица 7– Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	Знает экспериментальные методы исследования	Умеет проводить экспериментальные исследования действующих макетов и образцов робототехнических систем	Владеет современными информационными технологиями и техническими средствами обработки результатов эксперимента
Виды занятий	Лекции Практические занятия.	Домашнее задание. Самостоятельная работа	Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	Контрольная работа. Проверка домашних заданий. Зачет.	Оформление и защита домашнего задания. Зачет.	Зачет.

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	анализирует связи между различными экспериментальными методами; представляет способы и результаты использования	*свободно применяет экспериментальные методы в незнакомых ситуациях;* *умеет аргументированно обосновать*	способен руководить междисциплинарной командой по проведению эксперимента и обработке

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

	различных экспериментальных методов; математически обосновывает выбор метода исследования и план проведения эксперимента	*предложенную схему эксперимента*	экспериментальных данных; свободно владеет разными способами представления экспериментальных данных в графической и математической форме
Хорошо (базовый уровень)	понимает связи между различными экспериментальными методами; аргументирует выбор экспериментального метода исследования; составляет план эксперимента; составляет схему эксперимента	самостоятельно подбирает и готовит для эксперимента необходимое оборудование; применяет экспериментальные методы в незнакомых ситуациях; умеет корректно представить и обосновывать схему эксперимента	критически осмысливает полученные экспериментальные результаты; компетентен в средствах обработки экспериментальных данных владеет разными способами представления экспериментальной информации
Удовлетворительно (пороговый уровень)	дает определения основных понятий экспериментального исследования; воспроизводит основные идеи проведения эксперимента; знает основные методы экспериментальных исследований и умеет их применять на практике	использует приборы, указанные в описании лабораторной работы; умеет представлять результаты экспериментального исследования	владеет терминологией обработки экспериментальных данных; способен корректно представить данные экспериментальных исследований

3. Типовые контрольные задания

3.1 Темы для практических работ

1. Рабочие зоны манипуляторов.
2. Обобщенные координаты.
3. Преобразование системы координат.
4. Преобразование системы координат.
5. Система координат Денавита-Хартенберга.
6. Преобразование системы координат для манипулятора Пума.
7. Уравнение динамики манипулятора в форме Лагранжа.
8. Уравнение динамики манипулятора в форме Ньютона.
9. Уравнение динамики манипулятора в форме Даламбера.
10. Дискретное цикловое управление.
11. Взаимовлияние степеней свободы манипулятора.
12. Расчет траектории движения манипулятора.

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

13. Расчет управляющих параметров двигателя постоянного тока.
14. Условия устойчивости системы управления.
15. Динамические характеристики манипулятора.
16. Синтез конечных автоматов.
17. Реализация конечных автоматов.

3.2 Темы для самостоятельного изучения

1. Условия равновесия манипуляторов
2. Типы и характеристики редукторов
3. Сети Петри
4. Машина Тьюринга

3.3 Примерный перечень вопросов к зачету

1. Классификация роботов по типам управления.
2. Типы механических сочленений.
3. Рабочие зоны манипуляторов.
4. Задачи кинематики.
5. Связанные переменные.
6. Связанные системы координат.
7. Правила Денавита-Хартенберга.
8. Планирование траекторий движения манипулятора. 4-3-4 траектория.
9. Задачи динамики.
10. Потенциальная и кинетическая энергия манипулятора.
11. Уравнение в форме Лагранжа.
12. Векторно матричное уравнение.
13. Взаимное влияние звеньев манипулятора.
14. Принцип Д'Аламбера.
15. Рекуррентная вычислительная форма уравнения уравнений динамики.
16. Особенности дискретного позиционного и циклового управления.
17. Анализ механической передачи.
18. Электромеханический момент на валу двигателя.
19. Система управления электроприводом.
20. Анализ устойчивости.
21. Понятие автомата.
22. Синтез конечных автоматов.
23. Автоматные сети.
24. Время срабатывания автоматной сети.

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306

25. Явление риска в автоматных сетях.
26. Комбинационные автоматы.
27. Импульсные сигналы.
28. Операторы переходов.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:

4.1. Основная литература

- Основы робототехники: учебное пособие для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 360 с.. (19 экз.в библиотеке ТУСУРа)

4.2. Дополнительная литература

- Робототехника : Учебное пособие / Ю. И. Сулимов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск : ТУСУР, 2007. - 99 с. (70 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (8 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов [Текст] : учебное пособие для вузов / С. Ф. Бурдаков, В. А. Дьяченко, А. Н. Тимофеев. - М. : Высшая школа, 1986. - 264 с. (5 экз. в библиотеке ТУСУРа)
- Элементы теории роботов. Механика и управление [Текст] : учебное пособие / С. Ф. Бурдаков. - Л. : ЛПИ, 1985. - 88 с. (1 экз. в библиотеке ТУСУРа)

4.3. Учебно-методические пособия и программное обеспечение:

- Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. – 2014. 9 с.;
- Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. – 2014. 6 с.;

4.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо:

- аудитория, оборудованная техническими средствами для демонстрации лекций-визуализаций;
- компьютерный класс для проведения практических и самостоятельных работ.

Согласована на портале №4420

Согласована на портале № 7306