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.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Управление робототехническими системами

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.05 Инноватика**
Направленность (профиль): **Управление инновациями в электронной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекции	18	18	часов
Практические занятия	18	18	часов
Лабораторные занятия	18	18	часов
Всего аудиторных занятий	54	54	часов
Из них в интерактивной форме	16	16	часов
Самостоятельная работа	90	90	часов
Всего (без экзамена)	144	144	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость	180	180	часов
	5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10393

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 20 от «22» 12 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 27.03.05 Инноватика, утвержденного 2016-08-11 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

доцент каф. УИ _____ Антипин М. Е.

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 каф.УИ _____ Дробот П. Н.

профессор каф.УИ _____ Солдатов А. И.

Согласована на портале № 10393

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

изучить виды мехатронных и робототехнических систем, методы и алгоритмы управления ими.

1.2. Задачи дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Управление робототехническими системами» (Б1.В.ОД.16) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Дискретная математика, Основы мехатроники и робототехники, Теория автоматического управления, Теория и системы управления.

Последующими дисциплинами являются: Проектирование цифровых систем управления.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-14 способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем;

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** Способы математического описания манипуляторов робототехнических систем Принципы циклового, дискретного и непрерывного управления подвижными частями роботов.
- **уметь** Строить математические модели манипуляторов Оценивать устойчивость систем управления роботов Вычислять траектории движения элементов робототехнических систем
- **владеть** Методами синтеза автоматических систем управления роботов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	54	54
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные занятия	18	18
Из них в интерактивной форме	16	16
Самостоятельная работа (всего)	90	90
Оформление отчетов по лабораторным работам	18	18
Проработка лекционного материала	6	6
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	44	44
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	22	22
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36

Согласована на портале № 10393

Общая трудоемкость час	180	180
Зачетные Единицы Трудоемкости	5.0	5.0

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	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Кинематика манипуляторов	6	6	0	12	24	ПК-14
2	Динамика манипуляторов	6	12	0	36	54	ПК-14
3	Синтез конечных автоматов	6	0	18	42	66	ПК-14
	Итого	18	18	18	90	144	

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, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
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-14
	Итого	6	
2 Динамика манипуляторов	Задачи динамики. Потенциальная и кинетическая энергия манипулятора. 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.	6	ПК-14

Согласована на портале № 10393

	Анализ механической передачи. Электромеханический момент на валу двигателя. Система управления электроприводом. Анализ устойчивости.		
	Итого	6	
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-14
	Итого	6	
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 представ-лены 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
Предшествующие дисциплины				
1	Дискретная математика			+
2	Основы мехатроники и робототехники	+	+	+
3	Теория автоматического управления		+	
4	Теория и системы управления		+	
Последующие дисциплины				
1	Проектирование цифровых систем управления		+	+

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	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	

Согласована на портале № 10393

ПК-14	+	+	+	+	Экзамен, Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Опрос на занятиях, Выступление (доклад) на занятии

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 практические занятия	Интерактивные лекции	Всего
7 семестр			
Презентации с использованием слайдов с обсуждением		8	8
Работа в команде	8		8
Итого за семестр:	8	8	16
Итого	8	8	16

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
3 Синтез конечных автоматов	Синтез DL-триггера	2	ПК-14
	Синтез автомата для продажи газированной воды	4	
	Синтез перепрограммируемого кодового замка	6	
	Синтез интеллектуальной системы управления лифтом	6	
	Итого	18	
Итого за семестр		18	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			

Согласована на портале № 10393

1 Кинематика манипуляторов	Рабочие зоны манипуляторов. Обобщенные координаты. Преобразование системы координат.	2	ПК-14
	Преобразование системы координат. Система координат Денавита-Хартенберга.	2	
	Преобразование системы координат для манипулятора Пума.	2	
	Итого	6	
2 Динамика манипуляторов	Дискретное цикловое управление.	2	ПК-14
	Расчет траектории движения манипулятора.	2	
	Расчет управляющих параметров двигателя постоянного тока.	2	
	Управление гидравлическим и пневматическим приводом	2	
	Управление электрическим приводом	2	
	Управление системой перемещения робота	2	
	Итого	12	
Итого за семестр		18	

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 ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Кинематика манипуляторов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	6	ПК-14	Опрос на занятиях, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	12		
2 Динамика манипуляторов	Подготовка к практическим занятиям,	2	ПК-14	Выступление (доклад) на занятии, Конспект

Согласована на портале № 10393

	семинарам			самоподготовки, Опрос на занятиях, Экзамен
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10		
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	36		
3 Синтез конечных автоматов	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	10	ПК-14	Конспект самоподготовки, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса	12		
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	42		
Итого за семестр		90		

Согласована на портале № 10393

	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		126		

9.1. Темы для самостоятельного изучения теоретической части курса

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

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные 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
7 семестр				
Выступление (доклад) на занятии	10	10		20
Опрос на занятиях	10	10		20
Отчет по лабораторной работе		10	20	30
Итого максимум за период	20	30	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	20	50	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

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)

Согласована на портале № 10393

	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	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. Основы робототехники [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. И. Юревич. - 3-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2010. - 360 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 19 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
3. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. - 2016. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6329, дата обращения: 17.01.2017.
2. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. - 2016. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6328, дата обращения: 17.01.2017.
3. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам и практическим занятиям для студентов направления 222000.62 "Инноватика" / Горбенко Т. И. - 2014. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3882, дата обращения: 17.01.2017.

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. Научно-образовательный портал ТУСУРа hhtp://edu.tusur.ru

Согласована на портале № 10393

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 22-24, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических (семинарских) занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 414. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Компьютеры -12 шт. Проектор и экран для выступления студентов с презентациями. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional with SP3/Microsoft Windows 7 Professional with SP1; Имеется помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных работ используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Красноармейская улица, д. 147, 2 этаж, ауд. 237. Состав оборудования: Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -20 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows 7 Professional with SP1; а также свободно-распространяемое программное обеспечение Logisim.

13.1.4. Материально-техническое обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используется учебная аудитория (компьютерный класс), расположенная по адресу 634034, г. Томск, ул. Вершинина, 74, 1 этаж, ауд. 126. Состав оборудования: учебная мебель; компьютеры 10 шт, подключенные 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.

Согласована на портале № 10393

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.

Согласована на портале № 10393

Приложение 1

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

Управление робототехническими системами

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **27.03.05 Инноватика**
Направленность (профиль): **Управление инновациями в электронной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**
Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:
- доцент каф. УИ Антипин М. Е.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2017

Согласована на портале № 10393

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-14	способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем	Должен знать Способы математического описания манипуляторов робототехнических систем Принципы циклового, дискретного и непрерывного управления подвижными частями роботов.; Должен уметь Строить математические модели манипуляторов Оценивать устойчивость систем управления роботов Вычислять траектории движения элементов робототехнических систем; Должен владеть Методами синтеза автоматических систем управления роботов;

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 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

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ПК-14

ПК-14: способностью разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем.

Согласована на портале № 10393

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	принципы формирования вычислительных моделей исследуемых процессов и систем	разрабатывать компьютерные модели исследуемых процессов и систем	методами реализации вычислительных моделей на ЭВМ
Виды занятий	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Интерактивные лекции; • Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Интерактивные практические занятия; • Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Опрос на занятиях; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • Конспект самоподготовки; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен; • Выступление (доклад) на занятии; • 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)	• Отлично знает все варианты построения вычислительных моделей исследуемых процессов и систем;	• Разрабатывает вычислительные модели исследуемых процессов и систем, в том числе в незнакомых ситуациях;	• Свободно реализует любые вычислительные модели на ЭВМ;
Хорошо (базовый уровень)	• Хорошо ориентируется в вычислительных моделях исследуемых процессов и систем;	• Уверенно разрабатывает типовые вычислительные модели исследуемых процессов и систем;	• Реализует типовые вычислительные модели на ЭВМ;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Знает общие принципы построения вычислительных моделей исследуемых	• Способен разработать вычислительную модель исследуемого	• Способен реализовать вычислительную модель на ЭВМ при

Согласована на портале № 10393

	процессов и систем;	процесса или системы по алгоритму, описанному в методической литературе;	наличии соответствующей инструкции в методической литературе.;

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

- Машина Тьюринга
- Сети Петри
- Типы и характеристики редукторов
- Условия равновесия манипулятора

3.2 Темы опросов на занятиях

- Решение задачи циклового управления при торможении демпфером
- Решение задачи резонансного циклового управления
- Преобразование координат для поворотного звена
- Преобразование координат для поступательного звена
- Преобразование скоростей и ускорений для поступательного звена
- Преобразование скоростей и ускорений для поворотного звена
- Расчет скоростных сил, действующих на звено манипулятора
- Рекуррентный расчет движения манипулятора

3.3 Темы докладов

- Управление гидравлическим приводом
- Управление пневматическим приводом
- Управление двигателем постоянного тока
- Управление асинхронным двигателем
- Управление бесколлекторным электродвигателем
- Управление синхронной электрической машиной
- Управление колесным приводом
- Управление гусеничным приводом
- Управление беспилотным квадрокоптером
- Управление водометным движителем
- Управление беспилотным реактивным летательным аппаратом
- Автопилот самолета

3.4 Экзаменационные вопросы

- Функциональная схема управления роботом. Уровни управления роботами.
- Типы механических сочленений. Рабочие зоны манипуляторов.
- Прямая и обратная задачи кинематики.
- Геометрическое решение задачи кинематики для манипулятора с цилиндрической рабочей зоной.
- Обобщенные координаты. Обобщенные скорости и ускорения.
- Преобразования координат. Матрица преобразования.
- Вращающаяся система координат. Скорости и ускорения во вращающейся системе.
- Скорость материальной точки в обобщенных координатах.
- Построение системы координат манипулятора методом Денавита-Хартенберга.
- Положение звена манипулятора в системе координат Денавита-Хартенберга (d,a,α, q).

Согласована на портале № 10393

– Прямая и обратная задачи динамики.
– Потенциальная и кинетическая энергия манипулятора. Уравнение в форме Лагранжа.
– Потенциальная и кинетическая энергии манипулятора с цилиндрической рабочей зоной
– Учет упругости звеньев в математическом описании манипулятора.
– Математическое описание привода.
– Векторно-матричное уравнение.
– Скоростные силы, действующие на манипулятор. Теорема Кориолиса.
– Взаимное влияние звеньев манипулятора.
– Принцип Д’Аламбера. Рекуррентная вычислительная форма уравнения уравнений динамики.
– Особенности дискретного циклового управления
– Дискретное позиционное управление
– Понятие траектории манипулятора
– Системы контурного управления роботами.
– Расчет 4-3-4 траектории.
– Типы редукторов. Математическое описание механической передачи. Момент на валу двигателя.
– Эквивалентная схема ДПТ. Электромеханический момент на валу ДПТ.
– Передаточная функция сочленения.
– Анализ передаточной функции сочленения: собственная частота, коэффициент демпфирования.
– Резонансная частота системы.
– Пропорциональная компенсация ошибки позиционирования звена манипулятора.
– Управление по отклонению. Обратная связь по положению и скорости в управлении звеном манипулятора.
– Управление по возмущению. Компенсация возмущений по прямой связи.
– Уравнения статики. Условия равновесия манипулятора
– Динамические характеристики манипулятора
– Частотные характеристики динамической системы
– Условия устойчивости системы управления
– Понятие автомата. Формы представления автомата
– Машина Тьюринга.
– Сети Петри.
– Синтез конечных автоматов.
– Автоматные сети.
– Время срабатывания автоматной сети.
– Комбинационные автоматы. Представление асинхронного автомата сетью комбинационных автоматов.
– Явление риска в автоматных сетях.
– Импульсные сигналы. Операторы переходов. Импульсные автоматные сети.

3.5 Темы лабораторных работ

– Синтез DL-триггера
– Синтез автомата для продажи газированной воды
– Синтез перепрограммируемого кодового замка
– Синтез интеллектуальной системы управления лифтом

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 фор-мирования компетенций,

Согласована на портале № 10393

согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

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

4.2. Дополнительная литература

1. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 70 экз.)
2. Системы управления движением колесных роботов : учебное пособие / Сергей Федорович Бурдаков, Илья Васильевич Мирошник, Ростислав Эдуардович Стельмаков. - СПб. : Наука, 2001. - 232 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)
3. 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. (наличие в библиотеке ТУСУР - 5 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по выполнению студентами самостоятельной работы / Антипин М. Е. - 2016. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6329, свободный.
2. Управление мехатронными и робототехническими системами: Методические указания по проведению практических занятий / Антипин М. Е. - 2016. 9 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6328, свободный.
3. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие к лабораторным работам и практическим занятиям для студентов направления 222000.62 "Инноватика" / Горбенко Т. И. - 2014. 40 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/3882, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Научно-образовательный портал ТУСУРа hhtp://edu.tusur.ru

Согласована на портале № 10393