

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Документ подписан электронной подписью

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

Владелец: Троян Павел Ефимович

Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика и управление роботов

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **15.04.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль): **Управление разработками робототехнических комплексов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**

Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	1 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	18	18	часов
2	Практические занятия	18	18	часов
3	Лабораторные работы	36	36	часов
4	Всего аудиторных занятий	72	72	часов
5	Самостоятельная работа	72	72	часов
6	Всего (без экзамена)	144	144	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	180	180	часов
		5.0	5.0	З.Е

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 15.04.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного 21 ноября 2014 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» января 2017года, протокол №21.

Разработчики:

Заведующий обеспечивающей
кафедрой Динамики полетов,
НИ ТГУ

_____ В.И. Биматов

Зав. каф. УИ, ТУСУР

_____ Г. Н. Нариманова

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

Декан ФТФ, НИ ТГУ

_____ Э.Р. Шрагер

Декан ФИТ, ТУСУР

_____ Г. Н. Нариманова

Заведующий выпускающей каф.
УИ, ТУСУР

_____ Г. Н. Нариманова

Эксперты:

профессор кафедры УИ

_____ А. И. Солдатов

доцент кафедры УИ

_____ М. Е. Антипин

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

овладение студентами фундаментальными основами знаний теории и практики исследований в области робототехнических систем и подготовка их к решению комплекса задач, связанных с подготовкой и проведением экспериментальных и расчетных работ на различных этапах анализа состояния исследуемого вопроса и определения направления исследований.

1.2. Задачи дисциплины

- систематизирование полученные ранее знаний и овладение физическим и математическим основам управления робототехническими системами.
- выработка способностей к пониманию возможностей обобщения данных модельного эксперимента на натурные условия.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Динамика и управление роботов» (Б1.В.ДВ.2.3) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Последующими дисциплинами являются: «Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах», «Разработка робототехнических комплексов и систем», «Управление робототехническими комплексами и системами».

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 владением в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств;
- ПК-1 способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;

–

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные фундаментальные знания в области теоретической механики, основные методы аналитической механики роботов
- **уметь** формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем
- **владеть** методами построения обобщенной динамической модели робота.

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
		1 семестр
Аудиторные занятия (всего)	72	72
Лекции	18	18
Практические занятия	18	18
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа (всего)	72	72

Оформление отчетов по лабораторным работам	42	42
Проработка лекционного материала	12	12
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	18	18
Всего (без экзамена)	144	144
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость ч	180	180
Зачетные Единицы	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 семестр						
1 Введение. Общие сведения о роботах. Области применения роботов. Классификация управляющих систем	2	2	0	4	8	ОПК-2, ПК-1
2 Аналитическая механика роботов. Общие теоремы динамики.	2	2	0	3	7	ОПК-2, ПК-1
3 Статика несвободной системы.	2	2	6	10	20	ОПК-2, ПК-1
4 Вариационные принципы динамики.	2	4	4	9	19	ОПК-2, ПК-1
5 Кинематика и динамика роботов	2	4	0	5	11	ОПК-2, ПК-1
6 Динамика исполнительных механизмов	2	2	10	20	34	ОПК-2, ПК-1
7 Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями	2	2	0	3	7	ОПК-2, ПК-1
8 Уравнения динамики манипуляционных механизмов.	2	0	8	9	19	ОПК-2, ПК-1
9 Обобщенная динамическая модель робота	2	0	8	9	19	ОПК-2, ПК-1
Итого за семестр	18	18	36	72	144	
Итого	18	18	36	72	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
1 семестр			
1 Введение. Общие сведения о роботах. Области применения роботов. Классификация управляющих систем	Проблемы обучения и адаптации роботов. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
2 Аналитическая механика роботов. Общие теоремы динамики.	Две меры механического движения. Количество движения и его проекция. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
3 Статика несвободной системы.	Классификация связей. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип освобождаемое TM . Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Устойчивость равновесия системы. Теорема Лагранжа-Дирихле. Понятие о теоремах Ляпунова.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
4 Вариационные принципы динамики.	Основные понятия и определения. Динамический принцип возможных перемещений. Принцип наименьшего принуждения. Принцип прямейшего пути.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
5 Кинематика и динамика роботов	Обобщенные координаты и пространство конфигураций. Основная и локальная системы координат	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
6 Динамика исполнительных механизмов	Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы. Принцип и уравнения Даламбера- Лагранжа.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	

7 Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями	Голономные связи и активные силы.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
8 Уравнения динамики манипуляционных механизмов.	Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
9 Обобщенная динамическая модель робота	Динамика приводов. Динамические свойства линейных и нелинейных моделей.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
Итого за семестр		18	

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

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

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Последующие дисциплины									
1 Измерительные преобразователи в робототехнических комплексах					+	+	+		
2 Разработка робототехнических комплексов и систем	+			+					+
3 Управление робототехническими комплексами и системами					+	+		+	

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 работы	Самостоятельная работа	
ОПК-2	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Реферат

ПК-1	+	+	+	+	Домашнее задание, Экзамен, Отчет по лабораторной работе, Реферат
------	---	---	---	---	--

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

7. Лабораторные работы

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
3 Статика несвободной системы.	Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип освобождаемое™. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Устойчивость равновесия системы. Теорема Лагранжа-Дирихле. Понятие о теоремах Ляпунова.	6	ОПК-2, ПК-1
	Итого	6	
4 Вариационные принципы динамики.	Принцип стационарного действия Якоби. Принцип Гамильтона-Остроградского. Принцип Даламбера-Лагранжа. Принцип Стационарного действия Мопертюи.	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
6 Динамика исполнительных механизмов	Вычисление кинематических характеристик. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических	4	ОПК-2, ПК-1
	Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы. Принцип и уравнения Даламбера-Лагранжа.	6	
	Итого	10	
8 Уравнения динамики манипуляционных механизмов.	Уравнения динамики манипуляционных механизмов. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов. Динамика приводов	8	ОПК-2, ПК-1
	Итого	8	
9 Обобщенная динамическая	Обобщенная динамическая модель	8	ОПК-2,

модель робота	робота. Динамические свойства линейных и нелинейных моделей.		ПК-1
	Итого	8	
Итого за семестр		36	

8. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
1 семестр			
1 Введение. Общие сведения о роботах. Области применения роботов. Классификация управляющих систем	Классификация управляющих систем. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
2 Аналитическая механика роботов. Общие теоремы динамики.	Количество движения и его проекция. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
3 Статика несвободной системы.	Число степеней свободы. Принцип освобождается™. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Теорема Лагранжа-Дирихле (решение задач)	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
4 Вариационные принципы динамики.	Принцип Даламбера-Лагранжа. Принцип Стационарного действия Мопертюи. Принцип стационарного действия Якоби. Принцип Гамильтона-Остроградского. Уравнения Лагранжа, Гамильтона- Якоби для функции S	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
5 Кинематика и динамика роботов	Вычисление кинематических характеристик. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических характеристик.	4	ОПК-2, ПК-1
	Итого	4	
6 Динамика исполнительных	Голономные связи и активные силы.	2	ОПК-2,

механизмов	Внутренние и внешние силы. Принцип и уравнения Даламбера- Лагранжа.		ПК-1
	Итого	2	
7 Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями	Уравнения динамики манипуляционных механизмов. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов Динамика приводов	2	ОПК-2, ПК-1
	Итого	2	
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
1 семестр				
1 Введение. Общие сведения о роботах. Области применения роботов. Классификация управляющих систем	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Итого	4		
2 Аналитическая механика роботов. Общие теоремы динамики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
3 Статика несвободной системы.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	6		
	Итого	10		
4 Вариационные принципы динамики.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Экзамен

	Проработка лекционного материала	1		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	4		
	Итого	9		
5 Кинематика и динамика роботов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	4	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	5		
6 Динамика исполнительных механизмов	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Отчет по лабораторной работе, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	2		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	16		
	Итого	20		
7 Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	2	ОПК-2, ПК-1	Домашнее задание, Реферат, Экзамен
	Проработка лекционного материала	1		
	Итого	3		
8 Уравнения динамики манипуляционных механизмов.	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	9		
9 Обобщенная динамическая модель робота	Проработка лекционного материала	1	ОПК-2, ПК-1	Отчет по лабораторной работе, Экзамен
	Оформление отчетов по лабораторным работам	8		
	Итого	9		
Итого за семестр		72		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		108		

10. Курсовая работа (проект)

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Балльные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
1 семестр				
Домашнее задание	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	10	10	10	30
Реферат	10	10	5	25
Итого максимум за период	25	25	20	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	25	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)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
65 - 69		
3 (удовлетворительно) (зачтено)	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Пантелеев Владимир Николаевич. Основы автоматизации производства: учебное пособие для начального профессионального образования / В. Н. Пантелеев, В. М. Прошин. - 4-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2012. - 192 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)
2. Микропроцессорные системы : Учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - М.: Академия, 2010. - 352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

12.2. Дополнительная литература

1. Гибкие производственные системы и робототехника : учебное пособие / О. М. Раводин ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - Томск : ТМЦДО, 2007. - 261 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)
2. Микропроцессорные системы : Учебное пособие для вузов / Е. К. Александров [и др.]; ред. Д. В. Пузанков. - СПб. : Политехника, 2002. - 934, [2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

12.3 Учебно-методические пособия

12.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы мехатроники и робототехники: Методические рекомендации к лабораторным занятиям / Шандаров Е. С. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/362>, дата обращения: 24.04.2017.
2. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие по практической работе / Шандаров Е. С. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1226>, дата обращения: 24.04.2017.
3. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Шандаров Е. С. - 2012. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1892>, дата обращения: 24.04.2017.

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. Образовательный портал ТУСУРа <http://edu.tusur.ru>; Библиотека ТУСУРа <http://lib.tusur.ru>, информационные ресурсы кафедры Управление инновациями <http://ui.tusur>

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходимо:

Иллюстративный мультимедийный материал (слайды, фрагменты фильмов, иллюстрации) по проектированию технологий. Оборудование для компьютерных презентаций: компьютер, проектор, экран. компьютерный класс для проведения практических и самостоятельных работ.

13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий

Для проведения практических занятий используются учебные аудитории, расположенные по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 4 этаж, ауд. 414. и г. Томск ул. Красноармейская д. 147, 2 этаж, ауд. 235. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional ; Microsoft Office Access 2003.

13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ

Для проведения лабораторных занятий используется учебная аудитория, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская д. 147, 2 этаж, ауд. 235. Состав оборудования: Учебная мебель; Доска магнитно-маркерная -1шт.; Коммутатор D-Link Switch 24 port - 1шт.; Компьютеры класса не ниже ПЭВМ INTEL Celeron D336 2.8ГГц. -10 шт. Используется лицензионное программное обеспечение, пакеты версией не ниже: Microsoft Windows XP Professional ; Microsoft Office Access 2003.

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 в количестве - 6 шт.; компьютеры подключены к сети ИНТЕРНЕТ и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду университета

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

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

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

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

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

14. Фонд оценочных средств

14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации

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

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

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

Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью

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

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

Для студентов с ОВЗ предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

- в печатной форме;
- в печатной форме с увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- методом чтения ассистентом задания вслух;
- предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

- письменно на бумаге;
- набор ответов на компьютере;
- набор ответов с использованием услуг ассистента;
- представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

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

Для лиц с нарушениями слуха:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в форме электронного документа;
- в печатной форме.

При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

**«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)**

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Динамика и управление роботов

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**

Направление подготовки (специальность): **15.04.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль): **Управление разработками робототехнических комплексов**

Форма обучения: **очная**

Факультет: **ФИТ, Факультет инновационных технологий**

Кафедра: **УИ, Кафедра управления инновациями**

Курс: **1**

Семестр: **1**

Учебный план набора 2016 года

Разработчик:

– доцент, зав. кафедрой УИ Г. Н. Нариманова

Экзамен: 1 семестр

Томск 2017

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-1	способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	Должен знать основные фундаментальные знания в области теоретической механики, основные методы аналитической механики роботов; Должен уметь формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем; Должен владеть методами построения обобщенной динамической модели робота.;
ОПК-2	владением в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств	

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-1

ПК-1: способностью составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей.

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

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	как составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей	навыками составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none">• Практические занятия;• Лабораторные работы;• Лекции;• Самостоятельная работа;	<ul style="list-style-type: none">• Практические занятия;• Лабораторные работы;• Лекции;• Самостоятельная работа;	<ul style="list-style-type: none">• Лабораторные работы;• Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none">• Домашнее задание;• Отчет по лабораторной работе;• Реферат;• Экзамен.	<ul style="list-style-type: none">• Домашнее задание;• Отчет по лабораторной работе;• Реферат;• Экзамен.	<ul style="list-style-type: none">• Домашнее задание;• Отчет по лабораторной работе;• Реферат;• Экзамен.

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

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • знает, как составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей; 	<ul style="list-style-type: none"> • Обладает диапазоном практических умений составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Контролирует работу при составлении математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • Знает факты, общие понятия, составляя математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Обладает диапазоном практических умений составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули.; 	<ul style="list-style-type: none"> • Частично контролирует работу при составлении математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • Обладает базовыми общими знаниями, составляя математические модели 	<ul style="list-style-type: none"> • Обладает диапазоном практических умений составления математических 	<ul style="list-style-type: none"> • Работает под наблюдением при составлении математических

	мехатронных и робототехнических систем, их подсистем,;	моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули.;	моделей мехатронных и робототехнических систем, а так же их подсистем;
--	--	--	--

2.2 Компетенция ОПК-2

ОПК-2: владением в полной мере основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств.

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	основной физико-математический аппарат, необходимый для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств	пользоваться основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств	основным физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств
Виды занятий	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа 	<ul style="list-style-type: none"> • Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа 	<ul style="list-style-type: none"> • Лабораторные работы; • Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	<ul style="list-style-type: none"> • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен 	<ul style="list-style-type: none"> • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен 	<ul style="list-style-type: none"> • Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен

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

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	<ul style="list-style-type: none"> • Сформированные системные знания основных методов аналитической механики роботов.; • Обладает фактическими и теоретическими знаниями физико- 	<ul style="list-style-type: none"> • Обладает диапазоном практических умений использования физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств; • Успешное и

	математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств;	<ul style="list-style-type: none"> Сформированное умение формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем.; 	систематическое владение методами построения обобщенной динамической модели робота.;
Хорошо (базовый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> Обладает общими базовыми знаниями физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств; В целом успешные, но не систематические знания основных методов аналитической механики роботов ; 	<ul style="list-style-type: none"> Частично обладает диапазоном практических умений использования физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств .; В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками умение формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем.; 	<ul style="list-style-type: none"> Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств.; В целом успешное, но сопровождающееся незначительными ошибками владение методами построения обобщенной динамической модели робота.;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> Знает общие понятия физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств; Фрагментарные знания основных методов аналитической механики роботов; 	<ul style="list-style-type: none"> Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.; Фрагментарное умение формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем.; 	<ul style="list-style-type: none"> Работает при прямом наблюдении; Фрагментарное владение методами построения обобщенной динамической модели робота.;

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 Темы рефератов

1. Кинематика и динамика роботов. Обобщенные координаты и пространство конфигураций. Основная и локальная системы координат.
2. Вычисление кинематических характеристик
3. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических характеристик.

4. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы.
5. Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями.
6. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях.
7. Две меры механического движения. Количество движения и его проекция.
8. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.
9. Классификация связей. Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип освобождаемости. Идеальные связи.
10. Принцип возможных перемещений. Устойчивость равновесия системы. Теорема Лагранжа- Дирихле.
11. Понятие о теоремах Ляпунова.
12. Вариационные принципы динамики. Основные понятия и определения.
13. Принцип и уравнения Даламбера-Лагранжа.
14. Уравнения динамики манипуляционных механизмов.
15. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов.
16. Динамика приводов.
17. Обобщенная динамическая модель робота.

3.2 Темы домашних заданий

1. Классификация управляющих систем роботов.
2. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях.
3. Две меры механического движения. Количество движения и его проекция.
4. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.
5. Классификация связей.
6. Возможные перемещения системы.
7. Число степеней свободы. Принцип освобождаемости.
8. Идеальные связи.
9. Принцип возможных перемещений.
10. Устойчивость равновесия системы.
11. Теорема Лагранжа-Дирихле.
12. Понятие о теоремах Ляпунова.
13. Вариационные принципы динамики. Основные понятия и определения.
14. Динамический принцип возможных перемещений.
15. Принцип наименьшего принуждения. Принцип прямейшего пути.
16. Принцип Даламбера-Лагранжа.
17. Принцип Стационарного действия Мопертюи.
18. Принцип стационарного действия Якоби.
19. Принцип Гамильтона-Остроградского.
20. Уравнения Лагранжа, Гамильтона-Якоби для функции S.
21. Кинематика и динамика роботов. Обобщенные координаты и пространство конфигураций.
22. Основная и локальная системы координат.
23. Вычисление кинематических характеристик.
24. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических характеристик.
25. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы.
26. Принцип и уравнения Даламбера-Лагранжа.
27. Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями.
28. Уравнения динамики манипуляционных механизмов.
29. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов.
30. Динамика приводов.

31. Обобщенная динамическая модель робота.

3.3 Экзаменационные вопросы

1. Общие сведения о роботах. Области применения роботов. Классификация управляющих систем
2. Проблемы обучения и адаптации роботов.
3. Управление роботами в нестационарных и неопределенных условиях
4. Аналитическая механика роботов. Общие теоремы динамики.
5. Две меры механического движения. Количество движения и его проекция.
6. Момент количества движения материальной точки и системы относительно центра и оси. Потенциальная и кинетическая энергия.
7. Статика несвободной системы. Классификация связей. Возможные перемещения системы.
8. Число степеней свободы. Принцип освобожденное™. Идеальные связи.
9. Принцип возможных перемещений. Устойчивость равновесия системы.
10. Теорема Лагранжа-Дирихле. Понятие о теоремах Ляпунова.
11. Вариационные принципы динамики.
12. Динамический принцип возможных перемещений.
13. Принцип наименьшего принуждения. Принцип прямейшего пути.
14. Принцип Даламбера-Лагранжа.
15. Принцип Стационарного действия Мопертюи
16. Принцип стационарного действия Якоби.
17. Принцип Гамильтона- Остроградского
18. Уравнения Лагранжа, Гамильтона- Якоби для функции S
19. Кинематика и динамика роботов. Обобщенные координаты и пространство конфигураций.
20. Основная и локальная системы координат
21. Вычисление кинематических характеристик. Матрица кинематических характеристик.
22. Элементы матрицы кинематических характеристик.
23. Динамика исполнительных механизмов. Голономные связи и активные силы.
24. Внутренние и внешние силы
25. Принцип и уравнения Даламбера- Лагранжа.
26. Инерционные характеристики и динамика механизма с голономными связями
27. Уравнения динамики манипуляционных механизмов.
28. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов. Динамика приводов
29. Обобщенная динамическая модель робота
30. Динамические свойства линейных и нелинейных моделей.

3.4 Темы лабораторных работ

- Возможные перемещения системы. Число степеней свободы. Принцип освобожденное™. Идеальные связи. Принцип возможных перемещений. Устойчивость равновесия системы. Теорема Лагранжа-Дирихле. Понятие о теоремах Ляпунова.
- Принцип стационарного действия Якоби. Принцип Гамильтона- Остроградского. Принцип Даламбера-Лагранжа. Принцип Стационарного действия Мопертюи.
- Вычисление кинематических характеристик. Матрица кинематических характеристик. Элементы матрицы кинематических
- Голономные связи и активные силы. Внутренние и внешние силы
- Принцип и уравнения Даламбера- Лагранжа.
- Уравнения динамики манипуляционных механизмов. Элементы уравнений динамики манипуляционных механизмов
- Динамика приводов
- Обобщенная динамическая модель робота
- Динамические свойства линейных и нелинейных моделей.

4 Методические материалы

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

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

4.1. Основная литература

1. Пантелеев, Владимир Николаевич. Основы автоматизации производства: учебное пособие для начального профессионального образования / В. Н. Пантелеев, В. М. Прошин. - 4-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2012. - 192 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.)

2. Микропроцессорные системы : Учебное пособие для вузов / В. Я. Хартов. - М.: Академия, 2010. - 352 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 16 экз.)

4.2. Дополнительная литература

1. Гибкие производственные системы и робототехника : учебное пособие / О. М. Раводин ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - Томск : ТМЦДО, 2007. - 261 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 18 экз.)

2. Микропроцессорные системы : Учебное пособие для вузов / Е. К. Александров [и др.]; ред. Д. В. Пузанков. - СПб. : Политехника, 2002. - 934, [2] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.)

4.3. Обязательные учебно-методические пособия

1. Основы мехатроники и робототехники: Методические рекомендации к лабораторным занятиям / Шандаров Е. С. - 2012. 12 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/362>, свободный.

2. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие по практической работе / Шандаров Е. С. - 2012. 17 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1226>, свободный.

3. Основы мехатроники и робототехники: Учебно-методическое пособие по самостоятельной работе / Шандаров Е. С. - 2012. 6 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/1892>, свободный.

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. Образовательный портал ТУСУРа <http://edu.tusur.ru>; Библиотека ТУСУРа <http://lib.tusur.ru>, информационные ресурсы кафедры Управление инновациями <http://ui.tusur>