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

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

Согласована на портале № 18933

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 21 от « 20 » 1 2017 г.

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

Согласована на портале № 18933

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

Согласована на портале № 18933

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	

Согласована на портале № 18933

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™. 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	

Согласована на портале № 18933

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

Согласована на портале № 18933

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,

Согласована на портале № 18933

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 освобождаемое™. 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,

Согласована на портале № 18933

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 механизмовДинамика 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

Согласована на портале № 18933

	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		

Согласована на портале № 18933

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)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

Согласована на портале № 18933

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:

Согласована на портале № 18933

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 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 № 18933

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 № 18933

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

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

Согласована на портале № 18933

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

Согласована на портале № 18933

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	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа;	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен.	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен.	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен.

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

Согласована на портале № 18933

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• 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;	• 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.;	• Контролирует работу при 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;
Хорошо (базовый уровень)	• 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.;	• Обладает диапазоном практических умений составления математических моделей мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули.;	• Частично контролирует работу при 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;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• Обладает базовыми общими знаниями, составляя математические модели	• Обладает диапазоном практических умений составления математических	• Работает под наблюдением при составления математических

Согласована на портале № 18933

	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	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа	• Практические занятия; • Лабораторные работы; • Лекции; • Самостоятельная работа	• Лабораторные работы; • Самостоятельная работа
Используемые средства оценивания	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен	• Домашнее задание; • Отчет по лабораторной работе; • Реферат; • Экзамен	• 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)	• Сформированные системные знания основных методов аналитической механики роботов.; • Обладает фактическими и теоретическими знаниями физико-	• Обладает диапазоном практических умений использования физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств ;	• Владеет физико-математическим аппаратом, необходимым для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств; • Успешное и

Согласована на портале № 18933

	математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств;	• Сформированное умение формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем.;	систематическое владение методами построения обобщенной динамической модели робота.;
Хорошо (базовый уровень)	• 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 ;	• 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.;	• 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)	• Знает общие понятия физико-математического аппарата, необходимого для описания и исследования разрабатываемых систем и устройств; • Фрагментарные знания основных методов аналитической механики роботов;	• Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач.; • Фрагментарное умение формулировать основные принципы аналитической динамики робототехнических систем.;	• 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.

Согласована на портале № 18933

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.

Согласована на портале № 18933

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 освобождаемое™. 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 характерстик.
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 освобождаемое™. 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.

Согласована на портале № 18933

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, 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

Согласована на портале № 18933