МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

УПРАВЛЕНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ И СИСТЕМАМИ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **15.04.06 Мехатроника и робототехника**
Направленность (профиль) / специализация: **Управление разработками робототехнических комплексов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **управления инновациями (УИ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	10	10	часов
Практические занятия	36	36	часов
Лабораторные занятия	18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	116	116	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	216	216	часов
	6	6	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 71530

СВЕДЕНИЯ ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ

Содержание рабочей программы было актуализировано в следующих разделах:

1. Пересмотрена цель
2. Изменена структура дисциплины, добавлены разделы статики манипуляторов, управляемых источников питания
3. Изменен состав лабораторных работ по дисциплине
4. Добавлены методические указания по лабораторной работе: Решение задачи кинематики для манипулятора Promobot Rooky

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ, протокол № 6 от «28» 12 2023 г.

Согласована на портале № 71530

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Научить применять возможности теории автоматического управления к исполнительным устройствам робототехники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение студентами принципов и методов управления робототехническими комплексами и системами на основе современных технических средств.
2. Обучение студентов выполнению проектных работ по созданию РТС, методам синтеза управляющих автоматов и робототехнических комплексов, анализу их работы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (hard skills – HS).
Индекс дисциплины: Б1.О.02.04.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		

Согласована на портале № 71530

ОПК-11. Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем	ОПК-11.1. Знает методы и программные средства проектирования устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем	Знает современные методы и программные средства проектирования, программные пакеты, необходимые для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах.
	ОПК-11.2. Умеет применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем	Умеет разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием.
	ОПК-11.3. Владеет опытом использования стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной техники для создания устройств и систем мехатроники и робототехники	Владеет способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности

Согласована на портале № 71530

ОПК-13. Способен использовать основные положения, законы и методы естественных наук и математики при формировании моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	ОПК-13.1. Знает основные положения, законы и методы естественных наук и математики и порядок их применения для формирования моделей и методов исследования мехатронных и робототехнических систем	Знает современные цифровые программы при конструировании технологических машин и оборудования, принципы проектирования, конструирования, функционирования и рабочего процесса технологических машин и оборудования, методы анализа и синтеза систем логического управления (СЛУ) и управляющих автоматов (УА), современное состояние в стране и за рубежом связанное с производством и применением промышленных роботов как основы построения РТС, а также с их классификацией, основы проектирования и эксплуатации РТС.
	ОПК-13.2. Умеет анализировать научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Умеет составлять технические задания на создание управляющих автоматов и РТС, разрабатывать алгоритмы и программы работы СЛУ для этих объектов, реализовывать УА на различных технических базах, составлять аналитические обзоры и научно-технические отчеты по результатам выполненной работы, рассчитывать характеристики и осуществлять выбор элементов РТС, в том числе, промышленных роботов.
	ОПК-13.3. Владеет навыками выбора возможных вариантов решения задачи на основе математического моделирования мехатронных и робототехнических систем	Владеть навыками программирования алгоритмов работы роботов различных видов, навыками эксплуатации тех или иных видов промышленных роботов, синтеза управляющих автоматов регулярными методами.
Профессиональные компетенции		
-	-	-

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	64	64
Лекционные занятия	10	10
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	18	18

Согласована на портале № 71530

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	116	116
Подготовка к тестированию	32	32
Выполнение практического задания	40	40
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	44	44
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	1	-	-	5	6	ОПК-13
2 Кинематика манипулятора	2	8	8	35	53	ОПК-11, ОПК-13
3 Динамика манипуляторов	1	6	-	15	22	ОПК-11, ОПК-13
4 Приводы мехатронных устройств	2	10	2	23	37	ОПК-11, ОПК-13
5 Задачи статики	1	6	-	14	21	ОПК-13
6 Анализ устойчивости	1	-	-	2	3	ОПК-13
7 Управление перемещением роботов	1	-	-	2	3	ОПК-13
8 Управляемые источники электропитания	1	6	8	20	35	ОПК-11, ОПК-13
Итого за семестр	10	36	18	116	180	
Итого	10	36	18	116	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	Классификация роботов. Уровни управления роботом и распределение задач между ними. Исполнительные механизмы и системы перемещения роботов, сенсорные системы роботов	1	ОПК-13
	Итого	1	

Согласована на портале № 71530

2 Кинематика манипулятора	Математическое описание многозвенных манипуляторов. Связанные системы координат. Преобразование системы координат. Обобщенное преобразование Эйлера и ограничения его применения. Правила Денавита-Хартенберга. Прямая и обратная задачи кинематики	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
3 Динамика манипуляторов	Уравнения динамики манипулятора в форме Ньютона, Лагранжа, Даламбера. Векторно-матричное уравнение. Скоростные силы. Взаимное влияние звеньев манипулятора. Рекурсивная вычислительная схема	1	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	1	
4 Приводы мехатронных устройств	Понятие и математическое описание привода мехатронной системы. Типы приводов роботов, принципы действия, способы управления, преимущества и недостатки. Эквивалентная схема ДПТ.	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
5 Задачи статики	Статика манипуляторов. Решение уравнений статики.	1	ОПК-13
	Итого	1	
6 Анализ устойчивости	Устойчивость робототехнической системы. Критерии устойчивости	1	ОПК-13
	Итого	1	
7 Управление перемещением роботов	Решение задач кинематики и динамики для робототехнической тележки с двумя ведущими колесами. Синтез системы управления. Решение задачи кинематики и динамики для анималистического робота типа «паук». Решение задачи кинематики и динамики для аэростата и квадрокоптера	1	ОПК-13
	Итого	1	
8 Управляемые источники электропитания	Принципы действия, схемы, ограничения, основы выбора элементов.	1	ОПК-11
	Итого	1	
Итого за семестр		10	
Итого		10	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			

Согласована на портале № 71530

2 Кинематика манипулятора	Правила Денавита-Хартенберга. Решение задачи кинематики для манипулятора с угловой рабочей зоной	8	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	8	
3 Динамика манипуляторов	Динамические характеристики манипулятора. Теоретическая оценка и экспериментальное исследование динамических характеристик манипулятора Promobot Rooky	6	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	6	
4 Приводы мехатронных устройств	Решения задачи управления для углового манипулятора с ДПТ	10	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	10	
5 Задачи статики	Экспериментальное исследование статических режимов работы углового манипулятора Promobot Rooky	6	ОПК-13
	Итого	6	
8 Управляемые источники электропитания	Синтез, сборка и экспериментальное исследование системы управления ДПТ на основе MOSFET транзистора. Экспериментальное исследование управления шаговым двигателем. Реверс. Однофазное и двухфазное управление. Исследование силомоментных характеристик.	6	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
2 Кинематика манипулятора	Решение задачи кинематики манипулятора Promobot Rooky	8	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	8	
4 Приводы мехатронных устройств	Исследование характеристик ДПТ с редуктором	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
8 Управляемые источники электропитания	Программирование алгоритмов управления в промышленных контроллерах	8	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	8	
Итого за семестр		18	
Итого		18	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Согласована на портале № 71530

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	Подготовка к тестированию	5	ОПК-13	Тестирование
	Итого	5		
2 Кинематика манипулятора	Подготовка к тестированию	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	20	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	35		
3 Динамика манипуляторов	Подготовка к тестированию	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое задание
	Итого	15		
4 Приводы мехатронных устройств	Подготовка к тестированию	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	8	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	23		
5 Задачи статики	Подготовка к тестированию	4	ОПК-13	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ОПК-13	Практическое задание
	Итого	14		
6 Анализ устойчивости	Подготовка к тестированию	2	ОПК-13	Тестирование
	Итого	2		
7 Управление перемещением роботов	Подготовка к тестированию	2	ОПК-13	Тестирование
	Итого	2		

Согласована на портале № 71530

8 Управляемые источники электропитания	Подготовка к тестированию	4	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	16	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	20		
Итого за семестр		116		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		152		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ОПК-11	+	+	+	+	Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен
ОПК-13	+	+	+	+	Лабораторная работа, Практическое задание, Тестирование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	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
2 семестр				
Лабораторная работа	10	10	10	30
Практическое задание	10	10	10	30
Тестирование	3	3	4	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	23	23	24	100
Нарастающим итогом	23	46	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3

Согласована на портале № 71530

< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	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)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А.П. Лукинов. - СПб. [Электронный ресурс]: Лань,2012.–608с.[Электронный ресурс] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/reader/book/2765/#5.

7.2. Дополнительная литература

1. Проектирование информационных систем. Курс лекций: Учебное пособие для вузов/ В.И. Грекул, Г. Н. Денищенко, Н. Л. Коровкина. - М.: Интернет-Университет информационных Технологий, 2005. - 298[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

2. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2010. - 368 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление). - Библиогр.: с. 358. (наличие в библиотеке ТУСУР - 10 экз.).

3. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие для вузов / А. Г. Гарганеев; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 393[1] с.: ил. - (Приоритетные национальные проекты. Образование). - Библиогр.: с. 384-389. (наличие в библиотеке ТУСУР - 95 экз.).

4. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов/ В.Ю. Шишмарев. - 3-е изд, перераб. и доп. - Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 377 с. (Высшее образование). - Текст: электронный// Образовательная платформа Юрайт [сайт] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495502.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Управление робототехническими комплексами и системами: Методические указания к практическим занятиям / М. Е. Антипин - 2018. 5 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8874.

2. Управление робототехническими комплексами и системами: Методические указания по выполнению лабораторных работ / М. Е. Антипин - 2018. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8887.

3. Управление робототехническими комплексами и системами: Методические указания по выполнению самостоятельной работы / М. Е. Антипин - 2018. 8 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8880.

Согласована на портале № 71530

4. Решение задачи кинематики манипулятора Promobot ROOKY: Методические указания по выполнению лабораторной работы / М. Е. Антипин - 2023. 21 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10652.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и 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.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория робототехнических манипуляторов: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Комплект для изучения робототехники Promobot Rooky;
- IP-камеры;
- Магнитно-маркерная доска;
- Кондиционер настенного типа;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- CodeSys 3.5;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Professional;
- Scilab;
- nanoCAD 5.1;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория робототехнических манипуляторов: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 224 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Комплект для изучения робототехники Promobot Rooky;

Согласована на портале № 71530

- IP-камеры;
- Магнитно-маркерная доска;
- Кондиционер настенного типа;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- CodeSys 3.5;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows 7 Professional;
- Scilab;
- nanoCAD 5.1;

Лаборатория систем управления технологическими процессами / Специализированная лаборатория фирмы "ЭЛЕСИ": учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 318 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Стенд лабораторный 01 ИФУГ 421463.215 - 12 шт.;
- Проектор LG RD-DX 130;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:
- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:
- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата**

Согласована на портале № 71530

используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	ОПК-13	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Кинематика манипулятора	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Динамика манипуляторов	ОПК-11, ОПК-13	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Приводы мехатронных устройств	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Задачи статики	ОПК-13	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Анализ устойчивости	ОПК-13	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 71530

7 Управление перемещением роботов	ОПК-13	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Управляемые источники электропитания	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.

Согласована на портале № 71530

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Понятие мехатроники это?
   а) Это название получено комбинацией слов «МЕХАника» и «элекТРОНИКА»;
   б) Это математическая модель механического устройства;
   в) Это электрическая часть механического устройства.
   г) Это электроника механического устройства.
2. Что входит в состав робототехнического комплекса
   а) механическое устройство, конечным звеном которого является рабочий орган;
   б) блок приводов, включающий силовые преобразователи и исполнительные двигатели;
   в) макет комплекса;
   г) только а, б.
3. Что представляет из себя иерархия управления в робототехнических системах
   а) Интеллектуальный уровень;
   б) Стратегический уровень;
   в) Технический уровень;
   г) Только а, б.
4. Какие бывают роботы (классификация)?
   а) человекоподобные (бытовые);
   б) кинематические
   в) промышленные, предназначенные для автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности;
   г) только а, в.
5. Какие этапы синтеза робототехнических систем и виды их реализации вам известны?
   а) математическое обеспечение роботов и РТС;
   б) этап алгоритмического проектирования;
   в) этап методического обеспечения;
   г) только а, б.
6. Разработка аппаратных средств сбора и представления данных
   а) датчики состояния мехатронного устройства (МУ);
   б) проектирование датчиков конечных и промежуточных дискретных положений подвижных звеньев мехатронного устройства;
   в) датчики перемещений (пути);
   г) все варианты.
7. Какая из формулировок не является одним из трех законов робототехники?
   а) робот не может причинить вред человеку или своим бездействием допустить, чтобы человеку был причинён вред;
   б) робот должен заботиться о безопасности живых существ в той мере, в которой это не противоречит Первому или Второму Законам;

Согласована на портале № 71530

в) робот должен повиноваться всем приказам, которые даёт человек, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат Первому Закону.
г) ни одна.

8. Как обычно называются конечности робота?
   а) механические конечности;
   б) руки;
   в) манипуляторы;
   г) клешни.
9. Какая система регулирования называется автоматической?
   а) все рабочие операции и операции управления выполняют автоматические устройства;
   б) часть операций управления выполняют автоматические устройства, другую часть выполняет человек;
   в) рабочие операции выполняют машины и механизмы, а операции управления – человек;
   г) все рабочие операции выполняют автоматические устройства, а часть операций управления выполняет человек.
10. Сигнал называется периодическим, если он представляет собой?
    а) функцию времени и удовлетворяет условию
    $f(t) = f(t + T)$, $-\infty \le t \le \infty$;
    б) функцию времени и удовлетворяет условию
    $f(t) = f(t + T)$, $t1 \le t \le t2$;
    в) функцию частоты и удовлетворяет условию
    $f(\omega) = f(\omega + W)$, $-\infty \le \omega \le \infty$;
    г) функцию частоты и удовлетворяет условию
    $f(\omega) = f(\omega + W)$, $\omega1 \le \omega \le \omega2$.
11. Какая характеристика называется передаточной функцией?
    а) отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу входному сигналу.
    б) отношение выходного сигнала к входному при нулевых начальных условиях;
    в) отношение выходного сигнала к входному при не нулевых начальных условиях;
    г) отношение преобразованного по Лапласу выходного сигнала к преобразованному по Лапласу выходному сигналу при нулевых начальных условиях.
12. Амплитудно-частотная характеристика представляет собой?
    а) отношение выходного сигнала к входному сигналу;
    б) отношение фаз выходного и входного сигналов;
    в) отношение амплитуды выходного сигнала к амплитуде входного;
    г) отношение периода выходного сигнала к периоду входного сигнала.
13. В чем заключается в выбор алгоритмической структуры системы автоматического регулирования
    а) функциональных элементов и их характеристик;
    б) структуры системы автоматического регулирования;
    в) параметров настроек типовых регуляторов;
    г) параметров настроек системы автоматического регулирования.
14. Что называется сетью Петри?
    а) математический аппарат для моделирования динамических дискретных систем;
    б) сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный мультиграф, состоящий из вершин двух типов — позиций и переходов, соединённых между собой дугами;
    в) ответ а) и б);
    г) только б).
15. Что называется конечным автоматом?
    а) абстрактный автомат, число возможных внутренних состояний которого конечно;
    б) автоматическое устройство, число возможных внутренних состояний которого конечно;
    в) автоматическое устройство, число возможных внутренних состояний которого бесконечно;

Согласована на портале № 71530

г) аппаратное устройство, автоматический регулятор.

16. Что представляет из себя программная реализация конечного автомата
    а) программа, моделирующая работу конечного автомата, обеспечивает различение допускаемых и не допускаемых цепочек, программа различения цепочек имеет только автоматический режим работы и отражает на экране монитора изменение состояний автомата в процессе различения цепочек;
    б) программа, моделирующая работу конечного автомата, обеспечивает различение допускаемых и не допускаемых цепочек, программа различения цепочек имеет только пошаговый режим работы и отражает на экране монитора изменение состояний автомата в процессе различения цепочек;
    в) программа, моделирующая работу конечного автомата, обеспечивает различение допускаемых и не допускаемых цепочек, программа различения цепочек имеет как автоматический, так и пошаговый режим работы и отражает на экране монитора изменение состояний автомата в процессе различения цепочек:
    г) программа, моделирующая работу конечного автомата, обеспечивает различение допускаемых и не допускаемых цепочек, программа различения цепочек имеет автоматический режим, но не имеет пошагового режима работы и отражает на экране монитора изменение состояний автомата в процессе различения цепочек.
17. Что представляет из себя аппаратная реализация конечного автомата
    а) построение устройств памяти для запоминания текущего состояния автомата;
    б) построение устройств памяти для запоминания текущего состояния автомата, использующие двоичные элементы памяти (триггеры), запоминающие значение только одного двоичного разряда;
    в) только а);
    г) а) и б).
18. Какие бывают виды экспериментов с конечными автоматами?
    а) безусловные эксперименты, когда прикладываемая входная последовательность полностью определена заранее;
    б) условные эксперименты, когда прикладываемая входная последовательность состоит из двух или более подпоследовательностей, причем каждая подпоследовательность (исключая первую) определена на основании реакций, вызываемых предыдущими подпоследовательностями;
    в) только а);
    г) а) и б).
19. Какой показатель качества называется статической ошибкой?
    а) максимальное отклонение от заданного значения;
    б) отклонение от заданного значения в установившемся состоянии;
    в) разность между максимальным и минимальным значениями переходного процесса;
    г) среднее отклонение от заданного значения.
20. Для каких нелинейных элементов при их линеаризации применяют вибрационную линеаризацию?
    а) частотопреобразующих элементов;
    б) релейных элементов;
    в) элементы с зоной нечувствительности
    г) амплитудопреобразующих элементов.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Роль роботов и управляющих автоматов (УА) в автоматизации объектов.
2. Понятие робототехнических систем (РТС) и предпосылки их применения.
3. Доля РТС и УА в отрасли. Цели и задачи курса.
4. Исследование объекта, алгоритмическое, логическое, программное и техническое проектирование.
5. Аппаратная и программная реализации.
6. Определение СП.
7. Правила срабатывания переходов.
8. Ординарные, обобщенные и ингибиторные СП. Правильные СП.
9. Живость и безопасность.

Согласована на портале № 71530

10. Дерево достижимых маркировок.
11. Сопоставление вершин графа.
12. Помеченная СП – граф операций.
13. Эквивалентность СП и КА. Преимущества СП.
14. Таблица исходного состояния этого графа.
15. Структурная схема РТС.
16. Стандартная позиционная структура (СТПС) построения УА.
17. Уравнения блоков СТПС.
18. Подходы к программной реализации УА.
19. Матричное описание СП (графа операций).
20. Примеры аппаратной реализации УА.

9.1.3. Темы лабораторных работ

1. Решение задачи кинематики манипулятора Promobot Rooky
2. Исследование характеристик ДПТ с редуктором
3. Программирование алгоритмов управления в промышленных контроллерах

9.1.4. Темы практических заданий

1. Изучение конструкции, структуры, алгоритмов работы и принципов составления программ робота РФ-202М. Изучение конструкции, структуры, алгоритмов работы и принципов составления и задания программ для робота "Электроника НЦ-ТМ-01".
2. Разработка алгоритмов управления робототехническими комплексами и системами. Использование робота РМ-01 в режиме программного управления.
3. Использование робота «РМ-01» в режиме управления по степеням подвижности. Выбор режимов работы в системе координат инструмента.
4. Моделирование прямой задачи кинематики манипулятора на примере промышленного робота РМ-01.
5. Построение комбинационных и последовательностных логических функций на базе интегральных микросхем серии К555 и элементов УСЭППА.
6. Конечно-автоматное описание алгоритмов управления.
7. Определение конечного автомата (КА), его элементы, аналитическое и графовое представления.
8. Сети Петри (СП).
9. Алгоритм работы суспензатора на уровне графа операций.
10. Комбинационные и последовательностные функции (памяти, счета 1-го вида).
11. Последовательностные функции (счета 2-го вида, задержки, перехода).
12. Этапы разработки и внедрения автоматизированных систем управления технологических процессов и производств.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании

Согласована на портале № 71530

изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	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, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов 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.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

Согласована на портале № 71530

– 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 лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 71530

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 5 от «28» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Заведующий обеспечивающей каф. УИ	Г.Н. Нариманова	Согласовано, eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. УИ	М.Е. Антипин	Согласовано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4
Старший преподаватель, каф. УИ	О.В. Килина	Согласовано, e26fb2b7-2be5-4b77-8183-050906687dfc

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. УИ	М.Е. Антипин	Разработано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4
Старший преподаватель, каф. УИ	О.В. Килина	Разработано, e26fb2b7-2be5-4b77-8183-050906687dfc

Согласована на портале № 71530