

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенов Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

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	216	216	часов
(включая промежуточную аттестацию)	6	6	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	2

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 Rooku

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

## 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
<b>Универсальные компетенции</b>		
-	-	-
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		

<p>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</p>	<p>ОПК-11.1. Знает методы и программные средства проектирования устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>Знает современные методы и программные средства проектирования, программные пакеты, необходимые для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах.</p>
	<p>ОПК-11.2. Умеет применять программный инструментарий разработки технического и программного обеспечения мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>Умеет разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием.</p>
	<p>ОПК-11.3. Владеет опытом использования стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной техники для создания устройств и систем мехатроники и робототехники</p>	<p>Владеет способностью внедрять на практике результаты исследований и разработок, выполненных индивидуально и в составе группы исполнителей, обеспечивать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности</p>

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.
<b>Профессиональные компетенции</b>		
-	-	-

**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
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	64	64
Лекционные занятия	10	10
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	18	18

<b>Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего</b>	116	116
Подготовка к тестированию	32	32
Выполнение практического задания	40	40
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	44	44
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	36	36
<b>Общая трудоемкость (в часах)</b>	216	216
<b>Общая трудоемкость (в з.е.)</b>	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
<b>2 семестр</b>						
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
<b>2 семестр</b>			
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	

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
<b>2 семестр</b>			

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 Rooby	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 Rooby	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 силовых 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
<b>2 семестр</b>			
2 Кинематика манипулятора	Решение задачи кинематики манипулятора Promobot Rooby	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



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
<b>2 семестр</b>				
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		

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
<b>2 семестр</b>				
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

< 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	E (посредственно)
	60 – 64	
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>.

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;

- 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 видеомониторов для комфортного просмотра.

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

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

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 <b>ориентирования</b> , 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.

3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на <b>репродуктивном</b> уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на <b>аналитическом</b> 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 <b>системном</b> 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;



- 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  $f(t) = f(t + T)$ ,  $-\infty \leq t \leq \infty$ ;  
б) функцию времени и удовлетворяет условию  $f(t) = f(t + T)$ ,  $t_1 \leq t \leq t_2$ ;  
в) функцию частоты и удовлетворяет условию  $f(\omega) = f(\omega + W)$ ,  $-\infty \leq \omega \leq \infty$ ;  
г) функцию частоты и удовлетворяет условию  $f(\omega) = f(\omega + W)$ ,  $\omega_1 \leq \omega \leq \omega_2$ .
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 входному 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;

- г) аппаратное устройство, автоматический регулятор.
16. Что представляет из себя программная реализация конечного автомата
- а) программа, моделирующая работу конечного автомата, обеспечивает различие 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 различие 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 различие 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 различие 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.

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, счёта 1-го вида).
11. Последовательностные функции (счёта 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

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:**

- 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.

## 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