## МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

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

	УТВЕРЖД	ΑЮ
	Проректор п	ю УР и МД
	Сен	иченко П.В.
« <u>11</u> »	12	2024 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 2025 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	3.e.

	Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен		2

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Сенченко П.В.

Должность: Проректор по УР и МД Дата подписания: 11.12.2024 Уникальный программный ключ: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

#### 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

	Tuomida 5:1 Ttomio tendini ii midina topisi mi do tima emis			
Компетенция	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по		
Компетенция	компетенции	дисциплине		
Универсальные компетенции				
-				
Общепрофессиональные компетенции				

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

ОПК-13. Способен	ОПК-13.1. Знает основные	Знает современные цифровые программы
использовать основные	положения, законы и	при конструировании технологических
положения, законы и	методы естественных наук и	машин и оборудования, принципы
методы естественных	математики и порядок их	проектирования, конструирования,
наук и математики при	применения для	функционирования и рабочего процесса
формировании моделей	формирования моделей и	технологических машин и оборудования,
и методов	методов исследования	методы анализа и синтеза систем
исследования	мехатронных и	логического управления (СЛУ) и
мехатронных и	робототехнических систем	управляющих автоматов (УА),
робототехнических		современное состояние в стране и за
систем		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	Умеет составлять технические задания на
	анализировать научную	создание управляющих автоматов и РТС,
	картину мира на основе	разрабатывать алгоритмы и программы
	знания основных	работы СЛУ для этих объектов,
	положений, законов и	реализовывать УА на различных
	методов естественных наук	технических базах, составлять
	и математики	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	Владеть навыками программирования
	навыками выбора	алгоритмов работы роботов различных
	возможных вариантов	видов, навыками эксплуатации тех или
	решения задачи на основе	иных видов промышленных роботов,
	математического	синтеза управляющих автоматов
	моделирования	регулярными методами.
	мехатронных и	
	робототехнических систем	
	Профессиональные к	омпетенции
_		_

# 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		Семестры
		2 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего		64
Лекционные занятия	10	10
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	18	18

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная		116
внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего		
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
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 ce	местр			
1 Введение. Общая	1	8	-	15	24	ОПК-11, ОПК-13
характеристика роботов и						
области их применения.						
2 Кинематика манипулятора	2	-	8	25	35	ОПК-11, ОПК-13
3 Динамика манипуляторов	1	8	-	15	24	ОПК-11, ОПК-13
4 Приводы мехатронных	2	10	2	23	37	ОПК-11, ОПК-13
устройств						
5 Задачи статики	1	10	•	14	25	ОПК-13
6 Анализ устойчивости	1	-	-	2	3	ОПК-13
7 Управление перемещением	1	-	8	18	27	ОПК-11, ОПК-13
роботов						
8 Управляемые источники	1	-	-	4	5	ОПК-11, ОПК-13
электропитания						
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	

2 Кинематика манипулятора	Математическое описание многозвенных манипуляторов. Связанные системы координат. Преобразование системы координат. Обобщенное преобразование	2	ОПК-11, ОПК-13
	Эйлера и ограничения его применения. Правила Денавита-Хартенберга. Прямая и обратная задачи кинематики		
	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	Принципы действия, схемы, ограничения, основы выбора элементов.	1	ОПК-11
электропитания	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		

1 Введение. Общая характеристика	Построение комбинационных и последовательностных логических	8	ОПК-11, ОПК-13
роботов и области их	функций на базе интегральных		
применения.	микросхем серии К555 и элементов УСЭППА.		
	Итого	8	
3 Динамика	Конечно-автоматное описание	8	ОПК-11, ОПК-13
манипуляторов	алгоритмов управления.		ŕ
	Итого	8	
4 Приводы мехатронных	Алгоритм работы суспензатора на уровне графа операций.	10	ОПК-11, ОПК-13
устройств	Итого	10	
5 Задачи статики	Комбинационные и последовательностные функции	10	ОПК-13
	Итого	10	
	Итого за семестр	36	
	Итого	36	

### 5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

таолица э.т тап	менование лаоораторных раоот	1	
Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
	2 семестр		
2 Кинематика	Решение задачи кинематики	8	ОПК-11, ОПК-13
манипулятора	манипулятора Promobot Rooky		
	Итого	8	
4 Приводы мехатронных устройств	Изучение конструкции, структуры, алгоритмов работы и принципов составления программ робота РФ-202М	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
7 Управление перемещением роботов	Разработка алгоритмов управления робототехническими комплексами и системами.	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,	Формируемые компетенции	Формы контроля	
2 семестр					

1 Введение. Общая		5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
характеристика	тестированию	10	OFFIC 11 OFFIC 12	П
роботов и области их применения.	Выполнение	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое
их применения.	практического задания	1.7		задание
	Итого	15		
2 Кинематика	Подготовка к	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
манипулятора	тестированию			
	Подготовка к	20	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная
	лабораторной работе,			работа
	написание отчета			
	Итого	25		
3 Динамика	Подготовка к	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
манипуляторов	тестированию			
	Выполнение	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое
	практического задания			задание
	Итого	15		
4 Приводы	Подготовка к	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
мехатронных	тестированию			
устройств	Выполнение	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое
	практического задания			задание
	Подготовка к	8	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная
	лабораторной работе,			работа
	написание отчета			
	Итого	23		
5 Задачи статики	Подготовка к	4	ОПК-13	Тестирование
	тестированию			
	Выполнение	10	ОПК-13	Практическое
	практического задания			задание
	Итого	14		
6 Анализ устойчивости	Подготовка к тестированию	2	ОПК-13	Тестирование
	Итого	2		
7 Управление	Подготовка к	2	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
перемещением	тестированию		,	r - r
роботов	Подготовка к	16	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная
	лабораторной работе,	10		работа
	написание отчета			I
	Итого	18		
8 Управляемые	Подготовка к	4	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
источники	тестированию	•		1 To The Duning
электропитания	Итого	4		
		·		
1	Итого за семестр	116		
1	Итого за семестр	116		Эказман
	Итого за семестр Подготовка и сдача экзамена	116 36		Экзамен

# 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

Формануомало	Виды учебной деятельности			ности	
Формируемые компетенции	Лек.	Прак.	Лаб.	Сам.	Формы контроля
компетенции	зан.	зан.	раб.	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.

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	2 семестр		
Лабораторная работа	10	10	10	30
Практическое задание	10	10	10	30
Тестирование	3	3	4	10
Экзамен				30
Итого максимум за	23	23	24	100
период				
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 (ЕСТЅ)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	А (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	В (очень хорошо)
	75 – 84	С (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)

3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	Е (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.: Лань,2012.-608с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/reader/book/2765/#5">https://e.lanbook.com/reader/book/2765/#5</a>.

#### 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. (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. (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. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <a href="https://urait.ru/bcode/495502">https://urait.ru/bcode/495502</a>.

#### 7.3. Учебно-метолические 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: <a href="https://edu.tusur.ru/publications/10652">https://edu.tusur.ru/publications/10652</a>.

# 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: <a href="https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh">https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh</a>.

#### 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;
- ІР-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;
- ІР-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, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 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 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)	Формируемые	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
дисциплины	компетенции	Формы контроли	Odeno misie marephasisi (Oivi)

1 Введение. Общая характеристика роботов и	ОПК-11, ОПК-13	Практическое задание	Темы практических заданий
области их применения.		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Кинематика манипулятора	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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
		-	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-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
8 Управляемые источники электропитания	ОПК-11, ОПК-13	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

дисциплине				
Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2	< 60% от	отсутствие знаний	отсутствие	отсутствие
(неудовлетворительно)	максимальной	или фрагментарные	умений или	навыков или
	суммы баллов	знания	частично	фрагментарные
			освоенное	применение
			умение	навыков
3	от 60% до	общие, но не	в целом успешно,	в целом
(удовлетворительно)	69% от	структурированные	но не	успешное, но не
	максимальной	знания	систематически	систематическое
	суммы баллов		осуществляемое	применение
			умение	навыков
4 (хорошо)	от 70% до	сформированные,	в целом	в целом
	89% от	но содержащие	успешное, но	успешное, но
	максимальной	отдельные	содержащие	содержащие
	суммы баллов	проблемы знания	отдельные	отдельные
			пробелы умение	пробелы
				применение
				навыков
5 (отлично)	≥ 90% ot	сформированные	сформированное	успешное и
	максимальной	систематические	умение	систематическое
	суммы баллов	знания		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	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале			
(неудовлетворительно)	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.			
3	Знать и уметь на репродуктивном уровне. Обучающихся знает			
(удовлетворительно)	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;
  - 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
  - $f(\omega) = f(\omega + W), \omega 1 \le \omega \le \omega 2.$
- 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 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;
  - 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.
- 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 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 PM-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.

#### 9.1.4. Темы лабораторных работ

- 1. Решение задачи кинематики манипулятора Promobot Rooky
- 2. Изучение конструкции, структуры, алгоритмов работы и принципов составления программ робота РФ-202М
- 3. Разработка алгоритмов управления робототехническими комплексами и системами.

#### 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

везмежнестими здеревы и и			
Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных	Формы контроля и оценки	
Traiter opinir coy interminess	материалов	результатов обучения	
С нарушениями слуха	Тесты, письменные	Преимущественно письменная	
	самостоятельные работы, вопросы	проверка	
	к зачету, контрольные работы		
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к	Преимущественно устная	
	зачету, опрос по терминам	проверка (индивидуально)	
С нарушениями опорно-	Решение дистанционных тестов,	Преимущественно	
двигательного аппарата	контрольные работы, письменные	дистанционными методами	
	самостоятельные работы, вопросы		
	к зачету		
С ограничениями по	Тесты, письменные	Преимущественно проверка	
общемедицинским	самостоятельные работы, вопросы	методами, определяющимися	
показаниям	к зачету, контрольные работы,	исходя из состояния	
	устные ответы	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 № 4 от «21 » 11 2024 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