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 В РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **09.03.01 Информатика и вычислительная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Информационное и программное обеспечение программно-аппаратных комплексов робототехнических систем**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет инновационных технологий (ФИТ)**
Кафедра: **управления инновациями (УИ)**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	36	36	часов
Практические занятия	36	36	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	18	18	часов
Самостоятельная работа	72	72	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	7

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 № 69031

СВЕДЕНИЯ ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ

Содержание рабочей программы было актуализировано в следующих разделах:

1. Изменена структура дисциплины по разделам. Вместо пяти разделов выделены семь с новыми названиями.
2. Полностью изменена тематика лекционного материала по всем разделам дисциплины.
3. Изменены темы всех практических занятий по дисциплине.
4. Перераспределено время для самостоятельной работы студентов в соответствии с новым содержанием дисциплины.
5. Разработаны новые методические указания по практическим занятиям. Ссылка добавлена в учебно-методическое обеспечение дисциплины.
6. Изменено обязательное учебно-методическое пособие по самостоятельной работе студентов.
7. В типовых оценочных материалах полностью заменен перечень экзаменационных вопросов и перечень практических заданий.

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ, протокол № 8 от «29» 05 2026 г.

Согласована на портале № 69031

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Ознакомление студентов с робототехническими системами (РТС) как с одним из новых видов производственной техники и их возможностями.

2. Обучение студентов выполнению проектных работ по созданию РТС, методам синтеза управляющих автоматов и робототехнических комплексов и анализа их работы.

1.2. Задачи дисциплины

1. Освоение студентами принципов и методов управления робототехническими комплексами и системами на основе современных технических средств.

2. Изучение методов синтеза адаптивных систем управления на основе математического описания объектов управления и их экспериментальных характеристик.

3. Овладение способами анализа и повышения устойчивости систем управления робототехническими комплексами.

4. Изучение многокоординатных систем перемещения, исследование и компенсация взаимного влияния степеней свободы и скоростных сил.

5. Исследование динамических характеристик промышленных робототехнических манипуляторов и методов их улучшения.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.

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		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 69031

ПК-1. Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования	ПК-1.1. Обеспечивает формирование профессиональных навыков проектирования и разработки программно-аппаратных комплексов для решения инженерных задач	Знает принципы проектирования, конструирования, функционирования и рабочего процесса технологических машин и оборудования, методы анализа и синтеза систем логического управления (СЛУ) и управляющих автоматов (УА), современные цифровые программы при конструировании технологических машин и оборудования.
	ПК-1.2. Умеет разрабатывать программное обеспечение	Умеет разрабатывать алгоритмическое и программно-техническое обеспечение автоматизации технических систем в соответствии с техническим заданием.
	ПК-1.3. Владеет навыками отладки программных модулей	Владеть навыками программирования алгоритмов работы роботов различных видов, навыками эксплуатации различных видов промышленных роботов, синтеза управляющих автоматов регулярными методами.

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 4 зачетных единиц, 144 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
		7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Лекционные занятия	36	36
Практические занятия	36	36
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	72	72
Подготовка к тестированию	14	14
Выполнение практического задания	58	58
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

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	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
7 семестр					
1 Робототехнические системы как объект управления	6	6	8	20	ПК-1

Согласована на портале № 69031

2 Кинематика роботов	6	8	14	28	ПК-1
3 Динамика роботов	2	2	8	12	ПК-1
4 Управление приводами. Элементы питания робототехнических устройств.	8	7	14	29	ПК-1
5 Обеспечение безопасности	4	5	8	17	ПК-1
6 Навигация робототехнических систем	4	2	6	12	ПК-1
7 Технологическое применение робототехнических систем	6	6	14	26	ПК-1
Итого за семестр	36	36	72	144	
Итого	36	36	72	144	

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
7 семестр			
1 Робототехнические системы как объект управления	Классификация роботов и исполнительных механизмов. Уровни управления роботом. Интерфейсы внешнего управления роботом. Программные и аппаратные пульты управления. Современные программные платформы для управления роботами на примере ROS Математическое описание манипулятора. Постановка задач кинематики, динамики, управления приводами. Связанные системы отсчета. Обобщенные переменные. Движение материальной точки в движущейся системе отсчета. Скоростные силы.	6	ПК-1
	Итого	6	
2 Кинематика роботов	Геометрия манипулятора. Степени свободы, типы суставов. Правила Денавита-Хартенберга. Преобразование координат. Решение прямой задачи кинематики для манипуляторов различных типов Методы решения обратной задачи кинематики.	6	ПК-1
	Итого	6	
3 Динамика роботов	Уравнение Лагранжа для звеньев манипулятора. Принцип Даламбера. Рекуррентная вычислительная схема. Уравнения статики. Динамические характеристики манипуляторов	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 69031

4 Управление приводами. Элементы питания робототехнических устройств.	Типы приводов, применяемые в робототехнике, их преимущества и недостатки, особенности применения Математическое описание двигателя постоянного тока. Синтез системы управления с коррекцией по положению, скорости и моменту. Анализ устойчивости. Схемотехнические решения для синтеза управляющего напряжения ДПТ. Управление шаговыми двигателями. Преобразователи частоты для управления синхронными машинами. Преобразователи напряжения на основе ШИМ и ЧИМ модуляции.	8	ПК-1
	Итого	8	
5 Обеспечение безопасности	Виды опасностей, возникающих при эксплуатации роботов. Требования к проектированию, установке и эксплуатации. Сенсорные системы обнаружения опасных ситуаций. Системы аварийной остановки оборудования. Коллаборативные манипуляторы. Обеспечение безопасного взаимодействия	4	ПК-1
	Итого	4	
6 Навигация робототехнических систем	Локализация робота. SLAM Принципы планирования траекторий. Интерполяция траекторий сплайнами. Принципы навигации в условиях неопределенности	4	ПК-1
	Итого	4	
7 Технологическое применение робототехнических систем	Применение робототехнических систем в связке с технологическим оборудованием (покраска, сварка, зачистка инструментальный контроль и пр.) Машинное зрение в робототехнических системах Управление машинами и механизмами с распределенными элементами управления (автоматизация, роботизация транспорта)	6	ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Согласована на портале № 69031

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Робототехнические системы как объект управления	Знакомство с 4-осевым манипулятором Promobot M Edu Управление манипулятором через консоль. Управление через ROS	2	ПК-1
	Оснащение манипулятора Механический захват. Возможности управления. Перемещение объекта. Пневматический захват. Исследование грузоподъемности	4	ПК-1
	Итого	6	
2 Кинематика роботов	Расстановка осей связанных систем отсчета для манипуляторов с различной рабочей зоной	2	ПК-1
	Решение задачи кинематики для манипулятора Promobot M Edu	4	ПК-1
	Демонстрация и разбор работы портального манипулятора	2	ПК-1
	Итого	8	
3 Динамика роботов	Исследования влияния нагрузки на динамические характеристики манипулятора.	2	ПК-1
	Итого	2	
4 Управление приводами. Элементы питания робототехнических устройств.	Измерений характеристик двигателя постоянного тока Разработка системы управления двигателем постоянного тока	4	ПК-1
	Разработка алгоритмов управления шаговым двигателем на микроконтроллере.	2	ПК-1
	Разработка схемы регулирования источника питания на основе ШИМ	1	ПК-1
	Итого	7	
5 Обеспечение безопасности	Разработка сенсорной системы для обнаружения опасных ситуаций: присутствия человека в зоне действия робота	2	ПК-1
	Подключение и отладка системы аварийной остановки оборудования	2	ПК-1
	Обеспечение безопасности персонала на реальном производстве	1	ПК-1
	Итого	5	
6 Навигация робототехнических систем	Формирование допустимых траекторий движения рабочего органа	2	ПК-1
	Итого	2	

Согласована на портале № 69031

7 Технологическое применение робототехнических систем	Подготовка технологических схем, создание схем КТС, выбор технологического оборудования	2	ПК-1
	Получение информации с видеопотока и разметка данных	2	ПК-1
	Подготовка технологических схем, создание схем КТС, выбор оборудования исполнительных механизмов, датчиков и элементов КИПиА	2	ПК-1
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

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
7 семестр				
1 Робототехнические системы как объект управления	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПК-1	Практическое задание
	Итого	8		
2 Кинематика роботов	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	12	ПК-1	Практическое задание
	Итого	14		
3 Динамика роботов	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПК-1	Практическое задание
	Итого	8		
4 Управление приводами. Элементы питания робототехнических устройств.	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	12	ПК-1	Практическое задание
	Итого	14		

Согласована на портале № 69031

5 Обеспечение безопасности	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	6	ПК-1	Практическое задание
	Итого	8		
6 Навигация робототехнических систем	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	4	ПК-1	Практическое задание
	Итого	6		
7 Технологическое применение робототехнических систем	Подготовка к тестированию	2	ПК-1	Тестирование
	Выполнение практического задания	12	ПК-1	Практическое задание
	Итого	14		
Итого за семестр		72		
Итого		72		

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.	Сам. раб.	
ПК-1	+	+	+	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
7 семестр				
Практическое задание	15	15	15	45
Тестирование	5	10	10	25
Экзамен				30
Итого максимум за период	20	25	25	100
Нарастающим итогом	20	45	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

Согласована на портале № 69031

≥ 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	
	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. Шишмарев В.Ю. Технические измерения и приборы: учебник для вузов- Москва: Издательство Юрайт, 2022. - 377 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495502.

7.2. Дополнительная литература

1. 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.).

2. Гарганеев А. Г. Технические средства автоматизации и управления: учебное пособие для вузов. - Томск: ТУСУР, 2007. - 393с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 95 экз.).

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

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Управление в робототехнических системах: методические указания по проведению практических занятий / М. Е. Антипин, А. В. Асадчий - 2026. 30 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11332.

2. Куклина, Е. Н. Организация самостоятельной работы студента : учебник для вузов / Е. Н. Куклина, М. А. Мазниченко, И. А. Мушкина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 235 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/585048.

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;

Согласована на портале № 69031

– 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 электротехники и радиоэлектроники: учебная аудитория для проведения занятий практического типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 213 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Осциллограф аналоговый серии С1 - 11 шт.;
- Генератор сигналов типа Г3 - 11 шт.;
- Генератор сигналов типа Г4 - 9 шт.;
- Милливольтметр типа В3 - 10 шт.;
- Лабораторный макет - 9 шт.;
- 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 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;

Согласована на портале № 69031

- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.4. 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) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Робототехнические системы как объект управления	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Кинематика роботов	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Динамика роботов	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 69031

4 Управление приводами. Элементы питания робототехнических устройств.	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Обеспечение безопасности	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Навигация робототехнических систем	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Технологическое применение робототехнических систем	ПК-1	Практическое задание	Темы практических заданий
		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

Согласована на портале № 69031

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.
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.

Согласована на портале № 69031

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
    $f(\omega) = f(\omega + W)$, $\omega1 \le \omega \le \omega2$.
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

Согласована на портале № 69031

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

Согласована на портале № 69031

линеаризацию?
а) частотопреобразующих элементов;
б) релейных элементов;
в) элементы с зоной нечувствительности
г) амплитудопреобразующих элементов.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Классификация роботов и исполнительных механизмов.
2. Уровни управления роботом.
3. Математическое описание манипулятора; постановка задач кинематики, динамики и управления приводами.
4. Связанные системы отсчёта, обобщённые переменные, скоростные силы.
5. Геометрия манипулятора: степени свободы, типы суставов.
6. Правила Денавита–Хартенберга и преобразование координат.
7. Прямая и обратная задачи кинематики для манипуляторов.
8. Уравнение Лагранжа для звеньев манипулятора.
9. Принцип Даламбера и рекуррентная вычислительная схема.
10. Уравнения статики.
11. Типы приводов в робототехнике: преимущества, недостатки, области применения.
12. Математическое описание двигателя постоянного тока.
13. Синтез систем управления с коррекцией по положению, скорости и моменту.
14. Анализ устойчивости привода.
15. Управление шаговыми двигателями.
16. Преобразователи частоты и напряжения.
17. Виды опасностей при эксплуатации роботов.
18. Сенсорные системы обнаружения опасных ситуаций.
19. Системы аварийной остановки.
20. Коллаборативные роботы.
21. Локализация робота.
22. Методы SLAM.
23. Планирование траекторий: интерполяция сплайнами.
24. Машинное зрение в составе РТС.
25. Подготовка технологических схем, выбор оборудования и датчиков.

9.1.3. Темы практических заданий

1. Включение и калибровка манипулятора Promobot M Edu. Управление через терминал, программный режим, ручной режим и Gamepad. Выключение оборудования согласно инструкции безопасности.
2. Оснащение манипулятора механическим захватом. Перемещение тестового объекта вручную и программно.
3. Исследование грузоподъемности вакуумного захвата при различных типах поверхностей объектов.
4. Декартова, цилиндрическая, сферическая, угловая рабочие зоны: расстановка осей первых трех связанных систем отсчета.
5. Решение задачи кинематики для манипулятора Promobot M Edu.
6. Построение кинематической схемы реального оборудования.
7. Исследование влияния нагрузки на динамические характеристики: погрешность позиционирования и время выполнения цикла.
8. Измерение характеристик двигателя постоянного тока.
9. Сборка прерывателя питания на MOSFET-транзисторе.
10. Сборка мостовой схемы драйвера с управлением от микроконтроллера.
11. Реализация обратной связи через энкодер. Регулирование угла поворота вала.
12. Однофазное и двухфазное управление ШД.
13. Моделирование зоны безопасности расчетными методами.
14. Проектирование блок-схемы алгоритма реакции на появление человека.
15. Сборка электрической цепи E-Stop с реле безопасности.
16. Линейная интерполяция в декартовом пространстве.

Согласована на портале № 69031

17. Планирование обхода статического препятствия с добавлением промежуточной точки.
18. Создание схемы комплекса технических средств (КТС) для дуговой сварки кузовов.
19. Создание датасета изображений с разметкой объектов.
20. Применение обученной модели машинного зрения для сортировки изделий.

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

Согласована на портале № 69031

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.

Согласована на портале № 69031

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	А.В. Асадчий	Разработано, 3845123f-29d8-4f6c-b0e2-6f365c4f0ee1

Согласована на портале № 69031