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.
«18» _____02_____ 2022 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: **Кафедра управления инновациями (УИ)**
Курс: **1**
Семестр: **2**
Учебный план набора 2022 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

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

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Экзамен	2

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 18.02.2022
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 65486

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

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

1.2. Задачи дисциплины

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

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

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

Согласована на портале № 65486

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

Согласована на портале № 65486

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

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

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

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

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

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

Согласована на портале № 65486

Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	116	116
Подготовка к тестированию	24	24
Выполнение практического задания	50	50
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	42	42
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	216	216
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	6

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр						
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	2	6	-	15	23	ОПК-11, ОПК-13
2 Этапы синтеза РТС и виды их реализации. Математическое обеспечение роботами и РТС.	2	8	6	25	41	ОПК-11, ОПК-13
3 Этап алгоритмического проектирования.	2	6	4	25	37	ОПК-11, ОПК-13
4 Этапы логического и программного проектирования РТС.	2	10	4	25	41	ОПК-11, ОПК-13
5 Этап технической реализации РТС, особенности технической реализации.	2	6	4	26	38	ОПК-11, ОПК-13
Итого за семестр	10	36	18	116	180	
Итого	10	36	18	116	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

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

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

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	Роль роботов и управляющих автоматов (УА) в автоматизации объектов. Понятие робототехнических систем (РТС) и предпосылки их применения. Доля РТС и УА в отрасли. Цели и задачи курса.	2	ОПК-13
	Итого	2	

Согласована на портале № 65486

2 Этапы синтеза РТС и виды их реализации. Математическое обеспечение роботами и РТС.	Исследование объекта, алгоритмическое, логическое, программное и техническое проектирование. Аппаратная и программная реализации. Входные и выходные позиции переходов. Определение СП. Правила срабатывания переходов. Ординарные, обобщенные и ингибиторные СП. Правильные СП. Живость и безопасность. Дерево достижимых маркировок. Сопоставление вершин графа. Помеченная СП– граф операций. Эквивалентность СП и КА. Преимущества СП.	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
3 Этап алгоритмического проектирования.	Алгоритм работы суспензатора на уровне графа операций. Таблица исходного состояния этого графа	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
4 Этапы логического и программного проектирования РТС.	Структурная схема РТС. Стандартная позиционная структура (СТПС) построения УА. Уравнения блоков СТПС. Подходы к программной реализации УА. Матричное описание СП (графа операций).	2	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	2	
5 Этап технической реализации РТС, особенности технической реализации.	Анализ технической/аппаратной реализации РТС.	2	ОПК-13
	Итого	2	
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 роботов и области их применения.	Построение комбинационных и последовательностных логических функций на базе интегральных микросхем серии К555 и элементов УСЭППА.	6	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	6	

Согласована на портале № 65486

2 Этапы синтеза РТС и виды их реализации. Математическое обеспечение роботами и РТС.	Конечно-автоматное описание алгоритмов управления. Определение конечного автомата (КА), его элементы, аналитическое и графовое представления. Сети Петри (СП).	8	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	8	
3 Этап алгоритмического проектирования.	Алгоритм работы суспензатора на уровне графа операций.	6	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	6	
4 Этапы логического и программного проектирования РТС.	Комбинационные и последовательностные функции (памяти, счета 1-го вида). Последовательностные функции (счета 2-го вида, задержки, перехода).	10	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	10	
5 Этап технической реализации РТС, особенности технической реализации.	Этапы разработки и внедрения автоматизированных систем управления технологических процессов и производств.	6	ОПК-13
	Итого	6	
Итого за семестр		36	
Итого		36	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
2 Этапы синтеза РТС и виды их реализации. Математическое обеспечение роботами и РТС.	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".	6	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	6	
3 Этап алгоритмического проектирования.	Разработка алгоритмов управления робототехническими комплексами и системами. Использование робота РМ-01 в режиме программного управления.	4	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	4	

Согласована на портале № 65486

4 Этапы логического и программного проектирования РТС.	Использование робота «РМ-01» в режиме управления по степеням подвижности. Выбор режимов работы в системе координат инструмента.	4	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	4	
5 Этап технической реализации РТС, особенности технической реализации.	Моделирование прямой задачи кинематики манипулятора на примере промышленного робота РМ-01	4	ОПК-11, ОПК-13
	Итого	4	
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
2 семестр				
1 Введение. Общая характеристика роботов и области их применения.	Подготовка к тестированию	5	ОПК-11, ОПК-13	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ОПК-11, ОПК-13	Практическое задание
	Итого	15		
2 Этапы синтеза РТС и виды их реализации. Математическое обеспечение роботами и РТС.	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	10	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	25		
3 Этап алгоритмического проектирования.	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	10	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	25		

Согласована на портале № 65486

4 Этапы логического и программного проектирования РТС.	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	10	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	25		
5 Этап технической реализации РТС, особенности технической реализации.	Подготовка к тестированию	4	ОПК-13	Тестирование
	Выполнение практического задания	10	ОПК-13	Практическое задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа
	Итого	26		
Итого за семестр		116		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		152		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

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

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

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

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Лабораторная работа	10	10	10	30
Практическое задание	10	10	10	30
Тестирование	3	3	4	10
Экзамен				30

Согласована на портале № 65486

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	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

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

7.2. Дополнительная литература

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

2. Технические средства автоматизации: учебник для вузов / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., стереотип. - М.: Академия, 2010. - 368 с.: ил. - (Высшее профессиональное образование. Автоматизация и управление). - Библиогр.: с. 358. - ISBN 978-5-7695-6633-2 (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. - ISBN 978-5-86889-349-0 (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). ISBN 978-5-534-12536-8. - Текст: электронный// Образовательная платформа Юрайт [сайт] [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://urait.ru/bcode/495502.

Согласована на портале № 65486

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.

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

1. 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;

Согласована на портале № 65486

- Microsoft Windows 7 Professional;
- Scilab;
- nanoCAD 5.1;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

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;

Лаборатория метрологии и измерительной техники: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 212 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Осциллограф аналоговый фирмы INSTEK (4 шт.);
- Осциллограф цифровой INSTEK;
- Генератор сигналов типа Г3 (2 шт.);
- Генератор сигналов типа Г5 (5 шт.);
- Частотомер цифровой Ч3-34;
- Милливольтметр В3-38 (2 шт.);
- Измеритель добротности Е9-4;
- Измеритель добротности Е4-4;
- Измеритель Е12-1(А);
- Измеритель Е12-1;
- Частотомер Ч3-44 (4 шт.);
- Измеритель RLC (2 шт.);
- Измеритель Е7-21;
- Амперметр-вольтметр-омметр АВО-5М (3 шт.);
- Мост Р329 (2 шт.);
- Вольтметр серии М (6 шт.);
- Источник питания постоянного тока (5 шт.);
- Источник питания постоянного тока программируемый (2 шт.);
- Магазин сопротивлений (3 шт.);
- Гальванометр;
- Вольтметр Ф-204/1 (в макете, 2 шт.);
- Фазометр серии Ф2 (4 шт.);
- Генератор-частотомер АНР-1001;
- Потенциометр ПП-63 (3 шт.);
- Делитель напряжения ДН-1;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Согласована на портале № 65486

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

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

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

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

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

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

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** 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-11, ОПК-13	Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 65486

2 Этапы синтеза РТС и виды их реализации. Математическое обеспечение роботами и РТС.	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Этап алгоритмического проектирования.	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Этапы логического и программного проектирования РТС.	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Практическое задание	Темы практических заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Этап технической реализации РТС, особенности технической реализации.	ОПК-11, ОПК-13	Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		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

Согласована на портале № 65486

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

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

Согласована на портале № 65486

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

Согласована на портале № 65486

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);

Согласована на портале № 65486

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 РМ-01.
5. Построение комбинационных и последовательностных логических функций на базе интегральных микросхем серии К555 и элементов УСЭППА.
6. Конечно-автоматное описание алгоритмов управления.
7. Определение конечного автомата (КА), его элементы, аналитическое и графовое представления.
8. Сети Петри (СП).
9. Алгоритм работы суспензатора на уровне графа операций.
10. Комбинационные и последовательностные функции (памяти, счета 1-го вида).
11. Последовательностные функции (счета 2-го вида, задержки, перехода).
12. Этапы разработки и внедрения автоматизированных систем управления технологических процессов и производств.

Согласована на портале № 65486

9.1.4. Темы лабораторных работ

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

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 9.2.

Таблица 9.2 – 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)

Согласована на портале № 65486

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.

Согласована на портале № 65486

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры УИ
протокол № 6 от «24» 12 2021 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	Е.В. Саврук	Согласовано, fa63922b-1fce-4a6a-845d-9ce7670b004c

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. УИ	М.Е. Антипин	Согласовано, c47100a1-25fd-4b1a-af65-5d736538bbd4
Доцент, каф. УИ	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

РАЗРАБОТАНО:

Доцент, каф. УИ	А.В. Майстренко	Разработано, 0590d2a2-7230-4732-9889-bc87b1b01470
Старший преподаватель, каф. УИ	О.В. Килина	Разработано, e26fb2b7-2be5-4b77-8183-050906687dfc

Согласована на портале № 65486