Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ КемГУ
Дата и время: 2025-04-23 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d502f10dcf0e75e03a5b6fdf6436

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Кузбасский гуманитарно-педагогический институт
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Кемеровский государственный университет»

Факультет информатики, математики и экономики

УТВЕРЖДАЮ

Декан А.В. Фомина
«10» февраля 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

К.М.07.06 Промышленные роботизированные системы и комплексы

Направление
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) подготовки
«Автоматизированные системы обработки информации и управления»
Программа бакалавриата

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

год набора 2022

Новокузнецк 2022

Оглавление

1. Цель дисциплины **3**

1.1. Формируемые компетенции **3**
1.2. Индикаторы достижения компетенций **3**
1.3. Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине **4**
2. Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации. **5**
3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины. **6**

3.1. Учебно-тематический план **6**
3.2. Содержание занятий по видам учебной работы **7**
4. Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации. **9**

5. Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины. **10**

5.1. Учебная литература **10**
5.2. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины **10**
5.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы. **11**
6. Иные сведения и (или) материалы **11**

6.1. Примерные темы и варианты письменных учебных работ. **11**
6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации **12**

1. Цель дисциплины

В результате освоения данной дисциплины у обучающегося должны быть сформированы компетенции основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее – ОПОП): ПК-1, ПК-2.

Содержание компетенций как планируемых результатов обучения по дисциплине см. таблицы 1.1, 1.2 и 1.3.

1.1. Формируемые компетенции

Таблица 1.1 - Формируемые дисциплиной компетенции

Наименование вида компетенции	Наименование категории (группы) компетенций	Код и название компетенции
профессиональная		ПК-1. Способен к анализу, исследованию и моделированию процессов, связанных с функционированием объектов и систем управления
профессиональная		ПК-2 - Способен разрабатывать отдельные элементы и подсистемы автоматизированных систем.

1.2. Индикаторы достижения компетенций

Таблица 1.2 – Индикаторы достижения компетенций, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции по ОПОП	Дисциплины и практики, формирующие компетенцию ОПОП
ПК-1. Способен к анализу, исследованию и моделированию процессов, связанных с функционированием объектов и систем управления	ПК-1.1. Осуществляет с применением современных информационных технологий сбор, обработку и анализ научно-технической ин-формации, связанной с функционированием объектов и систем управления. ПК-1.2. Применяет методы научных исследований для решения поставленных за-дач при анализе, исследовании и моделировании процессов, связанных с функционированием объектов и систем управления. ПК-1.3. Разрабатывает модели процессов, связанных с функционированием объектов и систем управления. ПК-1.4. Составляет отчеты по реультатам выполненной работы в соответствии с заданием	К.М.07 Основы автоматизации управления производством К.М.07.01 Патентоведение К.М.07.02 Теоретические основы автоматизированного управления К.М.07.03 Автоматизированные системы управления технологическими процессами К.М.07.04 Автоматизированные системы управления предприятием К.М.07.05 Надёжность, эргономика и качество автоматизированных систем обработки ин-формации и управления **К.М.07.06 Промышленные роботизированные системы и комплексы** К.М.07.ДВ.01.01 Основы научно-исследовательской деятельности К.М.07.ДВ.01.02 Прикладной системный анализ К.М.08 Практики К.М.08.03(Пд) Преддипломная практика К.М.09 Государственная итоговая аттестация К.М.09.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
ПК-2 - Способен разрабатывать отдельные элементы и подсистемы автоматизированных систем.	ПК-2.1. Разрабатывает отдельные компоненты автоматизированных систем управления технологическими процессами (программные компоненты систем реального времени, промышленных ро-ботизированных систем). ПК-2.2. Разрабатывает отдельные компоненты автоматизированных систем управления предприятием (ERP, MES). ПК-2.3. Оценивает надежность и качество функционирования объекта проектирования.	К.М.07 совы автоматизации управления производством К.М.07.03 Автоматизированные системы управления технологическими процессами К.М.07.04 Автоматизированные системы управления предприятием К.М.07.05 Надёжность, эргономика и качество автоматизированных систем обработки информации и управления **К.М.07.06 Промышленные роботизированные системы и комплексы** К.М.08 Практики К.М.08.03(Пд) Преддипломная практика К.М.09 Государственная итоговая аттестация К.М.09.01(Д) Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

1.3. Знания, умения, навыки (ЗУВ) по дисциплине

Таблица 1.3 – Знания, умения, навыки, формируемые дисциплиной

Код и название компетенции	Индикаторы достижения компетенции, закрепленные за дисциплиной	Знания, умения, навыки (ЗУВ), формируемые дисциплиной
ПК-1. Способен к анализу, исследованию и моделированию процессов, связанных с функционированием объектов и систем управления	ПК-1.3. Разрабатывает модели процессов, связанных с функцио- нированием объектов и систем управления.	Знать: - теоретические основы моделирования робототехнических систем; Уметь: - составлять модели робототехнических систем; Владеть: - навыками компьютерного моделирования с использова-нием программных пакетов для моделирования.
ПК-2 - Способен разрабатывать отдельные элементы и подсистемы автоматизированных систем.	ПК-2.2. Разрабатывает отдельные компоненты автоматизированных систем управления технологическими процессами (программные компоненты систем реального времени, промышленных роботизированных систем).	Знать: - виды и назначение робототехнических устройств; - области применения роботов; - виды и возможности робототехнических конструкторов; - этапы создания робототехнического устройства. Уметь: применять основы робототехники в управлении технологическими процессами; - конструировать отдельные узлы робототехнического устройства; - проектировать и конструировать робототехническое устройство для выполнения определённых действий; - программировать действия робототехнических устройств; программировать реакцию робототехнических устройств на внешние воздействия. Владеть: -навыками проектирования и конструирования робототехнического устройства для выполнения определённых действий.

2. Объём и трудоёмкость дисциплины по видам учебных занятий. Формы промежуточной аттестации.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины по видам учебных занятий

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов по формам обучения		
	ОФО	ОЗФО	ЗФО
1 Общая трудоемкость дисциплины	**108**		

2 Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	**52**		
Аудиторная работа (всего):	**52**		
в том числе:			
лекции	**10**		
практические занятия, семинары			
практикумы			
лабораторные работы	**42**		
в интерактивной форме			
в электронной форме			
Внеаудиторная работа (всего):			
в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем			
подготовка курсовой работы /контактная работа[1]			
групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем)			
творческая работа (эссе)			
3 Самостоятельная работа обучающихся (всего)	**56**		
4 Промежуточная аттестация обучающегося – **зачет с оценкой**	**-**		

3. Учебно-тематический план и содержание дисциплины.

3.1. Учебно-тематический план

Таблица 3.1 - Учебно-тематический план

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.) ОФО				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторные занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
1-2	История развития робототехники. Моральные дилеммы роботизированного будущего.	12	1		**2**	9	Устный опрос, решение учебных задач
3-4	Виды, классификация и устройство роботов.	12	1		4	7	Устный опрос, решение учебных задач
5-6	Конфигурационное пространство. Движение твердого тела на плоскости и в пространстве.	12	1		4	7	Устный опрос, решение учебных задач
7-8	Прямая кинематика.	12	1		4	7	Устный опрос, решение учебных задач
9-10	Кинематика и статика скорости.	12	1		4	7	Устный опрос, решение учебных задач
11-12	Обратная кинематика.	12	1		**4**	7	Устный опрос, решение учебных задач
13-14	Управление роботом. Генерация траектории. Колесные роботы. Планирование движения.	12	1		6	5	Устный опрос, решение учебных задач
15-16	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в	12	1		6	5	Устный опрос, решение учебных задач

[1] *Часы, выделенные в УП на курсовое проектирование в контактной форме (3 часа)*

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость *(всего час.)*	Трудоемкость занятий (час.) ОФО				Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			Аудиторные занятия			СРС	
			лекц.	практ.	лаб.		
	промышленности.						
17-18	Моделирование робототехнических систем. Arduino – платформа, среда разработки, онлайн-эмулятор. Lego. Среда симуляции CoppeliaSim.	12	2		8	2	Устный опрос, решение учебных задач
	Промежуточная аттестация						Зачет с оценкой
	Всего:	108	10		42	56	

3.2. Содержание занятий по видам учебной работы

Таблица 3.2 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
Содержание лекционного курса		
1.1	История развития робототехники. Моральные дилеммы роботизированного будущего.	… Статуи богов, Гефест, мечты человечества (Талос)… Робот Да Винчи… шахматные автоматы. Вторая половина XX века – копирующие манипуляторы… Этические проблемы, привязанность…
1.2	Виды, классификация и устройство роботов.	Промышленные, гражданские, медицинские, военные и проч. Структура, кинематические модели роботов. Технические характеристики. Рабочий инструмент, захватывающие устройства, сенсорные системы.
1.3	Конфигурационное пространство. Движение твердого тела на плоскости и в пространстве.	Степени свободы твердого тела и робота. Суставы (сочленения) роботов. Топология пространства, конфигурация, область задач и рабочая область, ограничения скорости. Матрицы вращения и преобразования...
1.4	Прямая кинематика.	Определение положения и ориентации каждого звена манипулятора и рабочего органа (захвата). По заданным параметрам рычагов (длины) и шарниров (углы) определяется положение конечного эффектора.
1.5	Кинематика и статика скорости.	Определение положения и ориентации каждого звена манипулятора и рабочего органа (захвата). По заданным положениям шарниров и скоростям (Jacobian) сочленений определяется положение конечного эффектора.
1.6	Обратная кинематика.	Оптимизация поиска выбора решения обратной задачи – определения вариантов положений шарниров, обеспечивающих заданную траекторию перемещения конечного эффектора.
1.7	Управление роботом. Генерация траектории. Планирование движения.	Позиционная, контурная, адаптивная системы управления. Типы задач и методы планирования движения. Конфигурация препятствий в пространстве. Определение расстояний и обнаружение столкновений.
1.8	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности. Колесные роботы.	Формулирование целевой функции проекта. Проблематика децентрализации. Решение вопросов надежности систем и безопасности реализации. Компоновка технологических комплексов в разных промышленных сферах. Типы конструкций колесных роботов.
1.9	Моделирование робототехнических систем. Arduino – платформа, среда разработки, онлайн-эмулятор. Lego. Среда симуляции CoppeliaSim.	Развивающий аспект работы в робототехнической области. Практическая выгода использования различных систем моделирования разрабатываемых высокоавтоматизированных комплексов и систем в различных предметных областях. Возможности современных систем моделирования.
Содержание практических занятий		
1.1	История развития робототехники.	Обсуждение в группе со студентами исторического ракурса темы.

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание занятия
	Моральные дилеммы роботизированного будущего.	Прогнозирование перспектив развития робототехники в сравнении с техническим развитием цивилизации предыдущих 100-120 лет (на примере автомобилестроения). Статуи богов, Гефест, мечты человечества (Талос)… Робот Да Винчи… шахматные автоматы. Вторая половина XX века – копирующие манипуляторы… Этические проблемы, привязанность…
1.2	Виды, классификация и устройство роботов.	Подробный сравнительный анализ современных роботизированных платформ по их техническим характеристикам. Промышленные, гражданские, медицинские, военные и проч. Структура, кинематические модели роботов. Технические характеристики. Рабочий инструмент, захватывающие устройства, сенсорные системы
1.3	Конфигурационное пространство. Движение твердого тела на плоскости и в пространстве.	Практические расчеты преобразований и перемещений объектов в пространстве. Степени свободы твердого тела и робота. Суставы (сочленения) роботов. Топология пространства, конфигурация, область задач и рабочая область, ограничения скорости. Матрицы вращения и преобразования...
1.4	Прямая кинематика.	Вычисления преобразований для различных конструктивов и геометрии, например для RRPRRR. Определение положения и ориентации каждого звена манипулятора и рабочего органа (захвата). По заданным параметрам рычагов (длины) и шарниров (углы) определяется положение конечного эффектора.
1.5	Кинематика и статика скорости.	Вычисления преобразований для различных конструктивов и геометрии, например для RPPRRR. Определение положения и ориентации каждого звена манипулятора и рабочего органа (захвата). По заданным положениям шарниров и скоростям (Jacobian) сочленений определяется положение конечного эффектора.
1.6	Обратная кинематика.	Вычисления преобразований для различных конструктивов и геометрии, например для RPRRPR. Оптимизация поиска выбора решения обратной задачи – определения вариантов положений шарниров, обеспечивающих заданную траекторию перемещения конечного эффектора.
1.7	Управление роботом. Генерация траектории. Планирование движения.	Планирование вариантов алгоритмов управления колесных роботов для выполнения задач соревновательной робототехники. Позиционная, контурная, адаптивная системы управления. Типы задач и методы планирования движения. Конфигурация препятствий в пространстве. Определение расстояний и обнаружение столкновений.
1.8	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности. Колесные роботы.	Разработка технического задания на проектирование робототехнической системы для обслуживания ракет и подводных лодок. Формулирование целевой функции проекта. Проблематика децентрализации. Решение вопросов надежности систем и безопасности реализации. Компоновка технологических комплексов в разных промышленных сферах. Типы конструкций колесных роботов.
1.9	Моделирование робототехнических систем. Arduino – платформа, среда разработки, онлайн-эмулятор. Lego. Среда симуляции CoppeliaSim.	Создание собственных роботизированных систем в среде моделирования CoppeliaSim. Развивающий аспект работы в робототехнической области. Практическая выгода использования различных систем моделирования разрабатываемых высокоавтоматизированных комплексов и систем в различных предметных областях. Возможности современных систем моделирования.

4. Порядок оценивания успеваемости и сформированности компетенций обучающегося в текущей и промежуточной аттестации.

Для положительной оценки по результатам освоения дисциплины обучающемуся необходимо выполнить все установленные виды учебной работы. Оценка результатов работы обучающегося в баллах (по видам) приведена в таблице 4.

Таблица 4.1 - Балльно-рейтинговая оценка результатов учебной работы обучающихся по видам (БРС)

Учебная работа (виды)	Сумма баллов	Виды и результаты учебной работы	Оценка в аттестации	Баллы (18 недель)
Текущая учебная работа ОФО (7 семестр)				
Текущая учебная работа в семестре (посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	**60** (100% /баллов приведенной шкалы)	Лекционные занятия (10 занятий)	**1.5 балл** – посещение 1 лекционного занятия	10 -15
		Практические занятия (21 занятий)	**1.0 балла** – посещение 1 занятия и выполнение задания на 51-85% **1.5 балла** – посещение 1 занятия и существенный вклад на занятии в работу всей группы, самостоятельность и выполнение работы на 85.1-100%	12 – 31.5
		Написание реферата по выбранной теме	**10 баллов** – реферат написан на «удовлетворительно» **12 баллов** – реферат написан на «хорошо» **13.5 баллов** – реферат написан на «отлично»	10 – 13.5
Итого по текущей работе в семестре				32-60
Промежуточная аттестация				
Промежуточная аттестация (экзамен)	**40** (100% /баллов приведенной шкалы)	Вопрос 1.	**10 баллов** (пороговое значение) **20 баллов** (максимальное значение)	10 - 20
		Решение задачи 1.	**10 баллов** (пороговое значение) **20 баллов** (максимальное значение)	10 – 20
Итого по промежуточной аттестации (экзамен)				20-40
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 баллов.				

Итоговая оценка выставляется в ведомость согласно следующему правилу (таблица 4.2):

Таблица 4.2. Оценка уровня сформированности компетенций в промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенции	**Уровень сформированности компетенции**	**Итоговая оценка**	**Оценка по 100-балльной шкале**
Обучающийся не владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, демонстрирует отрывочные знания, не способен решать практические профессиональные задачи, допускает множественные существенные ошибки в ответах, не умеет интерпретировать результаты и делать выводы.	недопустимый	неудовлетворительно	Менее 51 балла
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, фрагментарно способен решать практические	пороговый	удовлетворительно	51-65

профессиональные задачи, допускает несколько существенных ошибок решениях, может частично интерпретировать полученные результаты, допускает ошибки в выводах.			
Обучающийся владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, грамотно излагает материал, способен решать практические профессиональные задачи, но допускает отдельные несущественные ошибки в интерпретации результатов и выводах.	повышенный	хорошо	66-85
Обучающийся в полной мере владеет теоретическими основами дисциплины и научной терминологией, грамотно излагает материал, способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических профессиональных задач. Правильно интерпретирует полученные результаты и делает обоснованные выводы.	продвинутый	отлично	86-100

5. Материально-техническое, программное и учебно-методическое обеспечение дисциплины.

5.1. Учебная литература

Основная учебная литература

Основная литература

1. Иванов, А. А. Основы робототехники : учебное пособие / А. А. Иванов. — 2-е изд., испр. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 223 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-012765-1. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1155006 (дата обращения: 28.01.2021). – Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1. Киселев, М. М. Робототехника в примерах и задачах: курс программирования механизмов и роботов : учебное пособие / М. М. Киселев. - 2-е изд., испр. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2019. - 136 с. - ISBN 978-5-91359-326-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1227725 (дата обращения: 28.01.2021). – Режим доступа: по подписке.

5.2. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины.

В обучении используются информационные технологии на базе компьютерных классов учебного корпуса №4 (пр. Металлургов 19).

501 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная)для проведения:
- занятий лекционного типа;
- занятий семинарского (практического) типа;
- групповых и индивидуальных консультаций;
- текущего контроля и промежуточной аттестации.

Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, столы компьютерные, стулья.

Оборудование для презентации учебного материала: стационарное - компьютер преподавателя, экран, проектор.

Оборудование: стационарное - компьютеры для обучающихся (17 шт.).

Используемое программное обеспечение: MS Windows (Microsoft Imagine Premium 3 year по сублицензионному договору № 1212/КМР от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), FoxitReader (свободно распространяемое ПО), Firefox 14 (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), CopelliaSim Edu (бесплатная учебная версия).

Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.

5.3. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Раздел. Информатика и информационные технологии» - http://window.edu.ru/
2. http://citforum.ru/programming/asm.shtml
3. Крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки- https://github.com/
4. База книг и публикаций Электронной библиотеки "Наука и Техника" - http://www.n-t.ru
5. Электронный ресурс. Среда разработки автоматизированных робототехнических систем: https://www.coppeliarobotics.com/downloads.
6. Описание и порядок использования: https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/

6. Иные сведения и (или) материалы.

6.1. Примерные темы и варианты письменных учебных работ.

Примерное облако тем рефератов.

1. Моральные дилеммы роботизированного будущего.
2. Критический анализ роботов, используемых в различных предметных областях.
3. Влияние числа степеней свободы манипуляционного робота на его конфигурационное пространство.
4. Решение прямой задачи для робота PRPRR.
5. Определение максимального быстродействия для робота-сортировщика RPRR.
6. Анализ вариантов решения обратной задачи для коллаборативного робота RRR.

7. Оптимальный алгоритм для продвижения робота по диагонали на доске для игры «Го» с выложенной фигурой в центре (занятые поля).
8. Разработать техническое задание для изготовления робота (с оценкой надежности!), предназначенного для возможных различных направлений деятельности (например, осмотра и очистки подводных поверхностей - корпусов морских судов, трубопроводов).
9. Сконструировать и запрограммировать робота для соревнований «лабиринт» и «сумо».

6.2. Примерные вопросы и задания / задачи для промежуточной аттестации.

Примерные теоретические вопросы к экзамену.

Тема 1.

1. Чем занимался первый легендарный робот «Талос»?
2. Каковы опасности широкой роботизации в ближайшем будущем?

Тема 2.

1. Что такое коллаборативный робот и чем он отличается от классического промышленного манипулятора?
2. Какие существуют типы приводов роботов, их краткие характеристики.
3. Сварочный робот.
4. Робот для автоматизации штамповочных операций.
5. Типы роботов.
6. Перечислить и охарактеризовать типичные соединения элементов роботов (6 штук).

Тема 3.

1. Что такое «конфигурационное пространство» (C-space)?
2. Топология конфигурационного пространства (4 штуки).
3. Широта и долгота - координаты сферического пространства.
4. Пространство задач и рабочее пространство.
5. Матрица поворота.
6. Угловые скорости.
7. Однородные матрицы преобразования, их свойства.

Тема 4.

1. Прямая кинематика. Положение концевого эффектора для плоской системы 4R.
2. Поиск решения по условию следования от базовой (неподвижной) части манипулятора в сторону конечного эффектора.
3. Поиск решения по условию следования от конечного эффектора в сторону базовой (неподвижной) части манипулятора.

Тема 5.

1. Определение скоростей перемещений сочленений. Матрица Якоби (якобиан).
2. Анализ кинематической сингулярности - случаи её возникновения (5 штук – 5 вопросов)…

Тема 6.

1. Общая постановка задачи расчета обратной кинематики. Основные особенности.
2. Численный алгоритм обратной кинематики.

Тема 7.

1. Виды расчётов траекторий. Траектория от точки к точке.
2. Оптимизация траектории по времени.
3. Типы задач планирования движения.
4. Методы планирования движения.
5. Конфигурация препятствий в пространстве.
6. Стратегии управления роботом.
7. Управление движением робота вводом скорости, например, шаговым двигателем.
8. Управление с обратной связью – PID-регулирование.

Тема 8.

1. Постановка задачи проектирования средств робототехники.
2. Типы колес мобильных роботов.
3. Планирование и расчет движения голономных мобильных роботов.

4. Планирование и расчет движения неголономных мобильных роботов.
5. Одометрия.

Тема 9.

1. Моделирование как исследование новых робототехнических систем.
2. Возможности использования комплектов LEGO, Arduino.
3. Среда компьютерного моделирования CoppeliaSim. Разработка конструктива робота.
4. Среда компьютерного моделирования CoppeliaSim. Создание скриптов управления.

Примеры задач.

Тема 2.

2.1 Что представляют собой манипуляторы RRR, RPR, RRPRR, PPR. Привести примеры возможного применения.

2.2 Приведите и поясните основные характеристики боевых роботов.

Тема 3.

3.1 На рисунке 1 представлен робот, используемый для реабилитации руки человека. Определите количество степеней свободы цепи, образованной рукой человека и роботом.

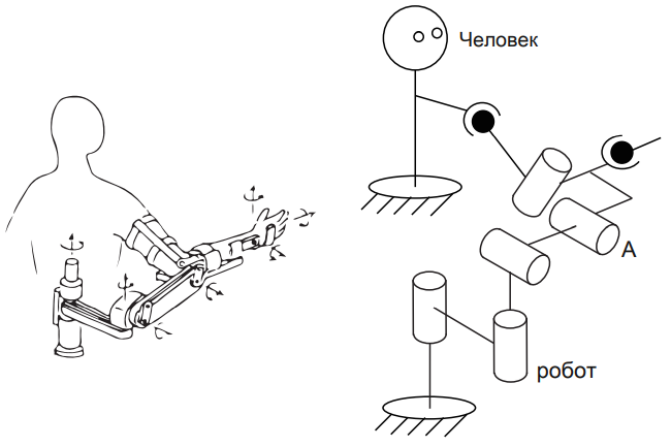


Рисунок 1. Схема робота для реабилитации руки человека.

3.2 Четыре системы координат показаны в рабочем пространстве робота на рисунке 2 ниже: глобальная {a}, исполнительный элемент рабочего органа {b}, камеры наблюдения {c} и заготовки {d}.

1. Найдите Tad и Tcd (однородные матрицы преобразования) в соответствии с размерами, указанными на рисунке.

2. Найти Tab, учитывая, что

$$T_{bc} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

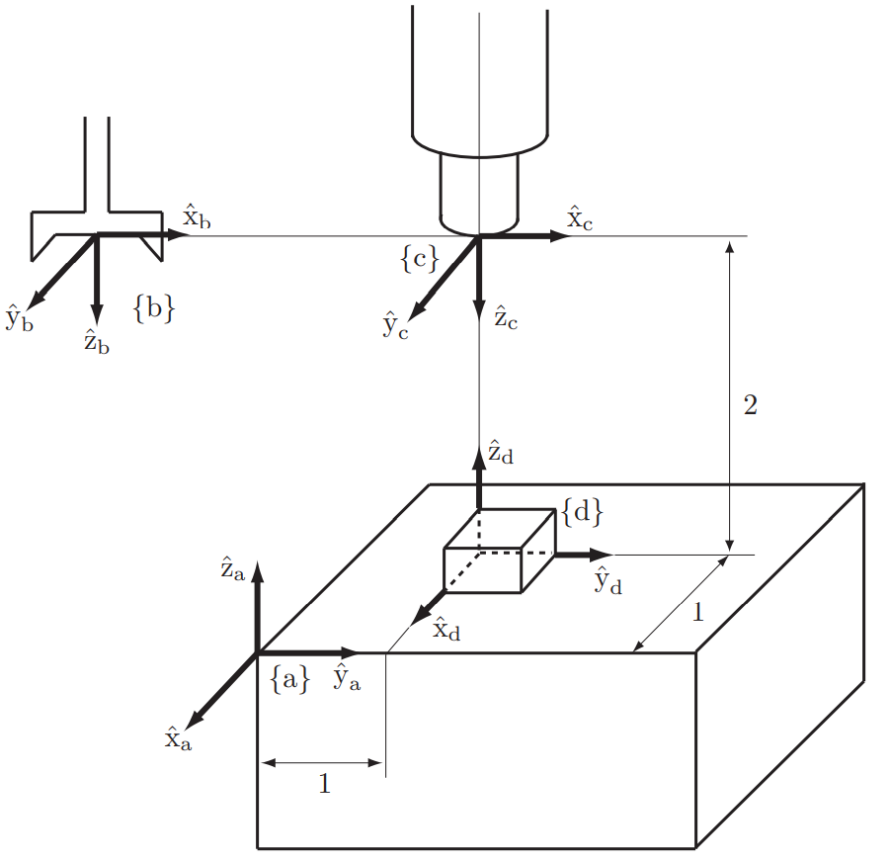
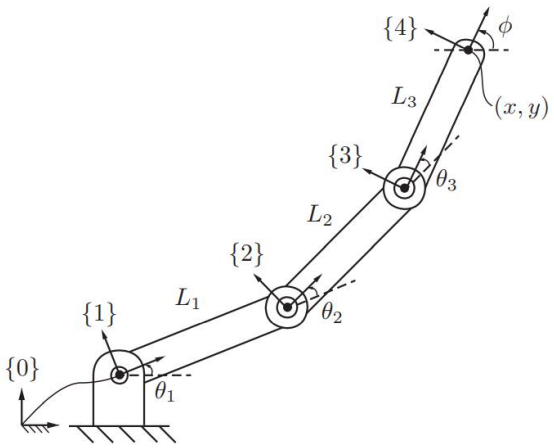


Рисунок 2. Четыре системы отсчета.

Тема 4.

4.1 Определить положение конечного эффектора для манипулятора, схема которого представленного на рисунке 3 ниже. Проанализировать геометрию при различных сочетаниях исходных данных.



исходные данные					
L1	L2	L3	θ1	θ2	θ3
20	20	20	15	15	15
10	20	30	20	15	10
30	20	10	20	15	10

Рисунок 3. Робот 3R и несколько вариантов исходных данных для задачи (задаются преподавателем индивидуально каждому студенту).

4.2 Решить задачу прямой кинематики (установить кинематические зависимости между звеньями) для следующей конструкции манипулятора RRRP (рис. 4):

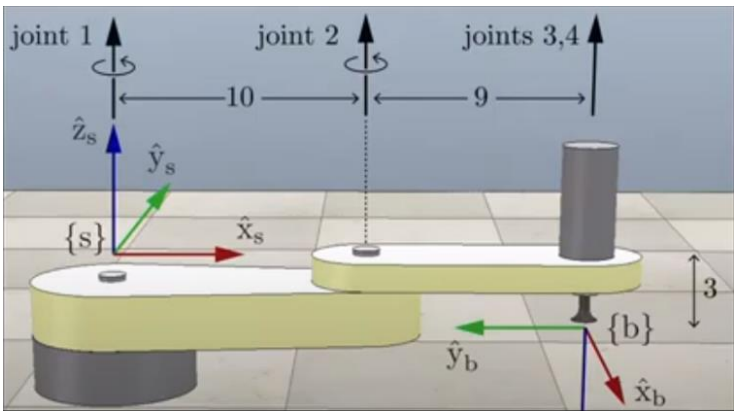


Рисунок 4. Робот 3RP.

Тема 5.

5.1 Плоская открытая схема 3R (рис. 5) находится в исходном (нулевом) положении (рис.ниже).

5.1.1 Конечный эффектор должен реализовать усилие 5 Н в направлении Xs с нулевой составляющей в направлении Ys. Определить необходимые моменты в каждом сочленении.

5.1.2 Конечный эффектор должен реализовать усилие 5 Н в направлении Ys с нулевой составляющей в направлении Xs. Определить необходимые моменты в каждом сочленении.

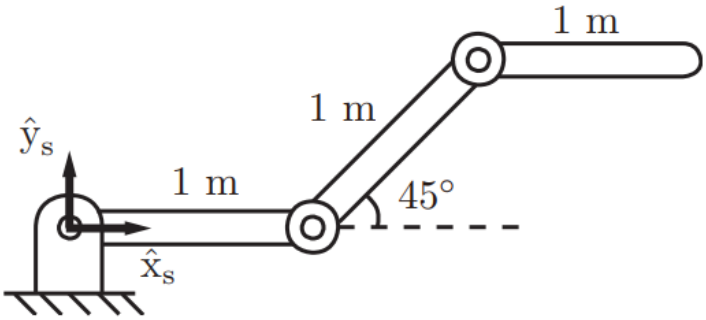


Рисунок 5. Робот 3R.

5.2 Определить пространственный якобиан для цепочки RRRP в соответствии с обозначениями, представленными на рисунке 6.

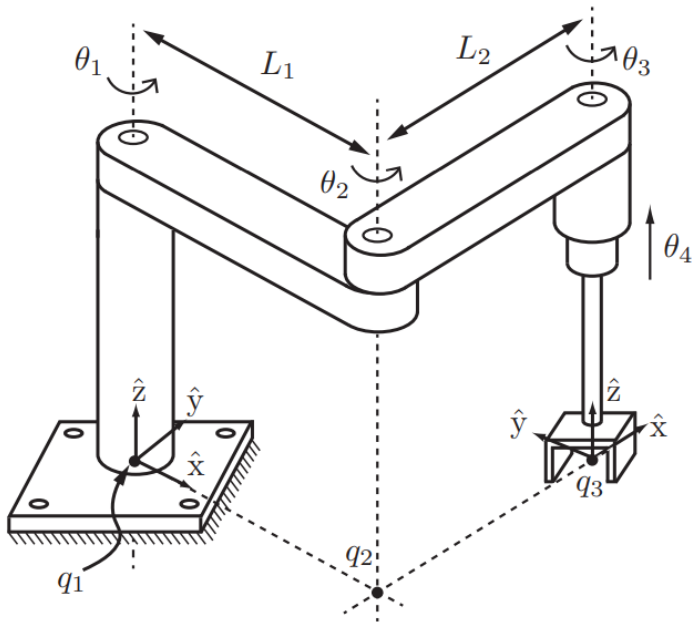


Рисунок 6. Робот 3RP.

Тема 6.

6.1 Используя численный метод Ньютона-Рафсона (метод касательных), определить величины углов θ1 и θ2 (рис. 7) для положения острия робота (зоны расположения конечного эффектора) в координатах (x, y) = 0,366; 1,366 м. Длины обоих сегментов, соответственно рисунку 7, равны 1 м.

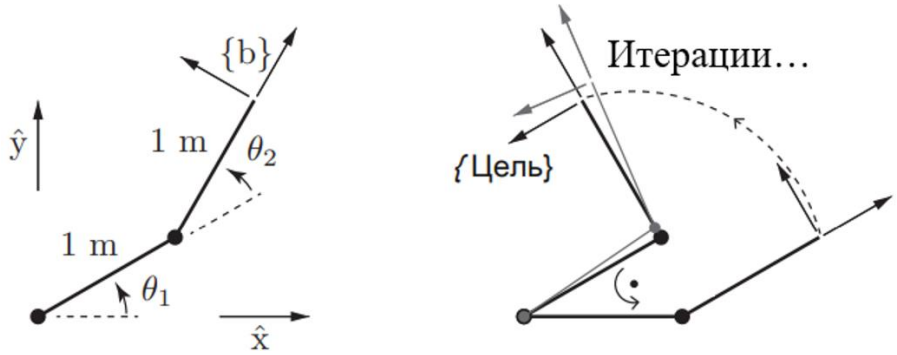


Рисунок 7. Робот 2R.

6.2 Открытая цепочка робота RRP находится в исходном состоянии (рис. 8). Оси 1 и 2 соединений пересекаются в начале координат, конечный эффектор (p) находится в точке (0, 1, 0).

Допустим, что θ1 = 0. Найти решение для θ2 и θ3 такое, при котором конечный эффектор примет положение (-6, 5, $3^{1/2}$). Усложненный вариант: соединение θ1 не зафиксировано на нуле. Найти все кинематические решения для того же положения конечного эффектора (-6, 5, $3^{1/2}$).

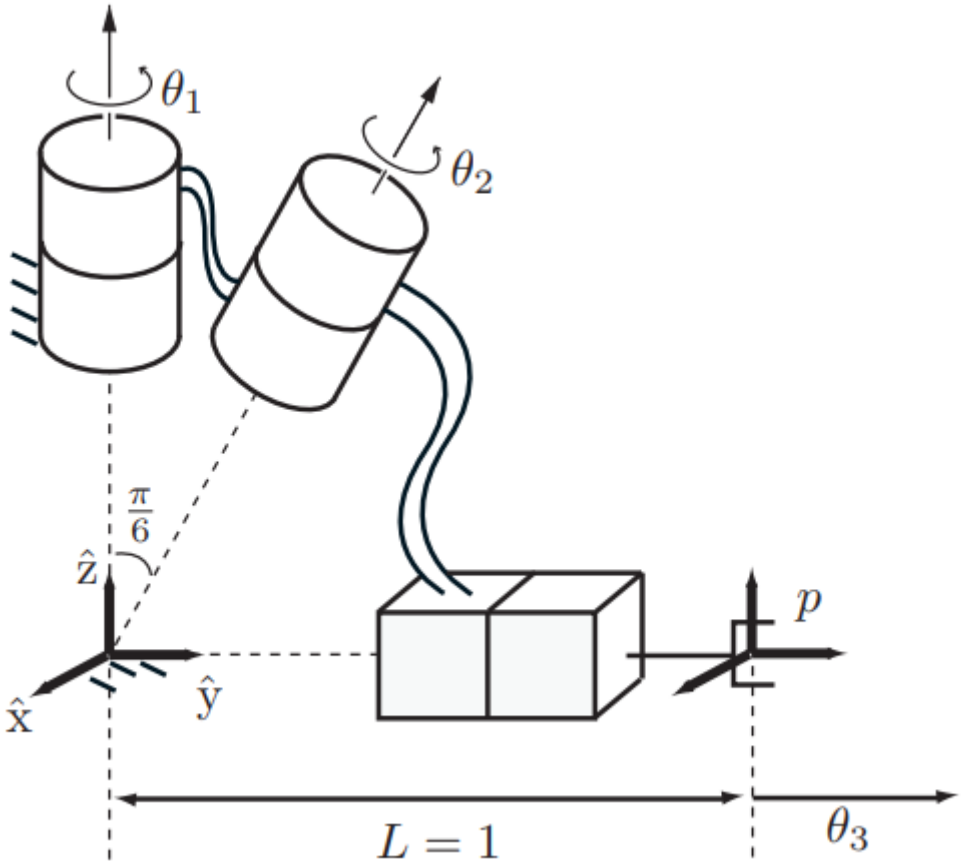


Рисунок 8. Робот 2RP.

Тема 7.

7.1 Охарактеризовать 7 этапов масштабирования (изменения) скорости. Подобрать функцию, для построения графика соответствующего вида (рис. 9). (попробовать полиномы 5-й степени)

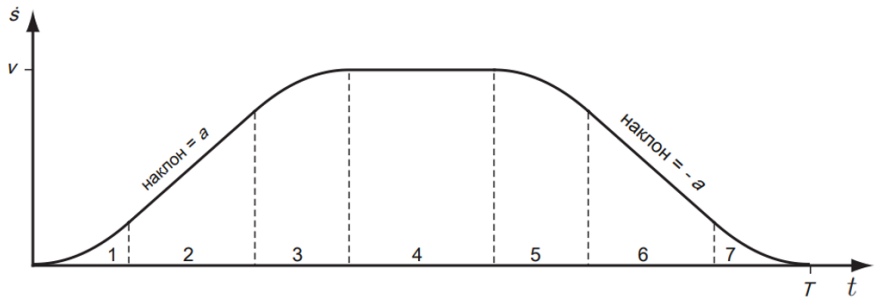


Рисунок 9. Иллюстрация плавного изменения скорости движения робота.

7.2 Составить карту видимости препятствий, указать кратчайший путь из точки Начало в точку Цель (рис.10).

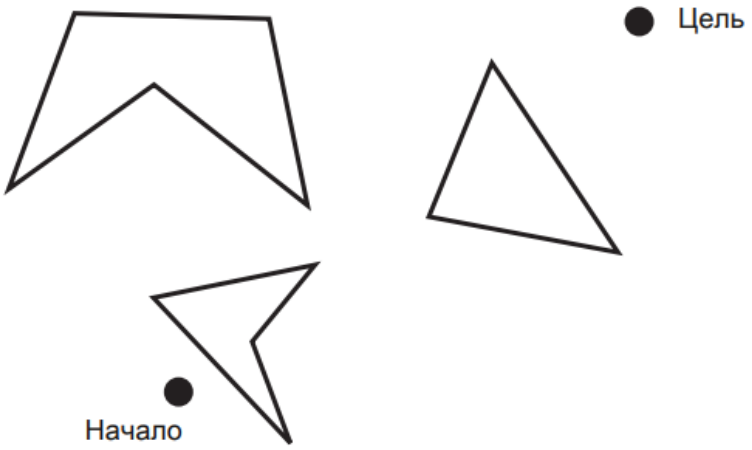


Рисунок 10. Проблема планирования.

7.3 Классифицируйте следующие задачи робота как управление движением, управление силой, гибридное управление движением-силой, управление импедансом или какую-либо комбинацию. Обосновать ответ.

(a) Затягивание винта отверткой.
(б) Толкает ящик по полу.
(c) Налить стакан воды.
(d) Рукопожатие с человеком.
(e) Бросок бейсбольного мяча в цель.
(f) Снег лопатой.
(g) Копание ямы.
(h) Массаж спины.
(i) Пылесосить пол.
(j) Несет поднос со стаканами.

Тема 8.

8.1 Для робота, представленного на рисунке 11, кинематическая модель представлена следующими зависимостями:

$$u = \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \\ u_4 \end{bmatrix} = H(0)\mathcal{V}_b = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} -\ell - w & 1 & -1 \\ \ell + w & 1 & 1 \\ \ell + w & 1 & -1 \\ -\ell - w & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_{bz} \\ v_{bx} \\ v_{by} \end{bmatrix}$$

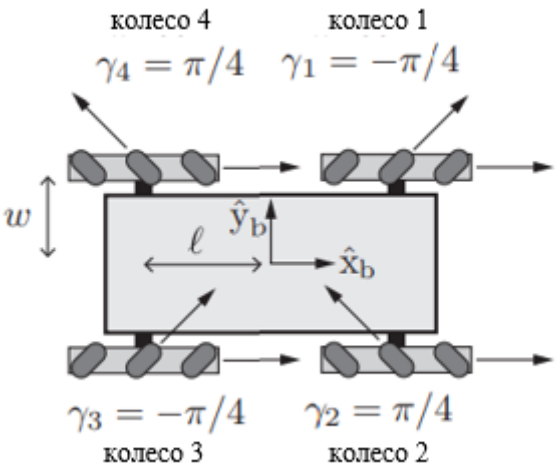


Рисунок 11. Голономный 4-х колесный робот.

Вывести матрицу H(0) при изменении всех 4-х углов со значения |π/4| на величину |π/3|.

8.2 Напишите программу, которая принимает временную историю значений колесных энкодеров для двух задних колес автомобиля и оценивает конфигурацию шасси как функцию времени с использованием одометрии.

Тема 9.

9.1 Разработка конструктива робота по примеру на рисунке 12.

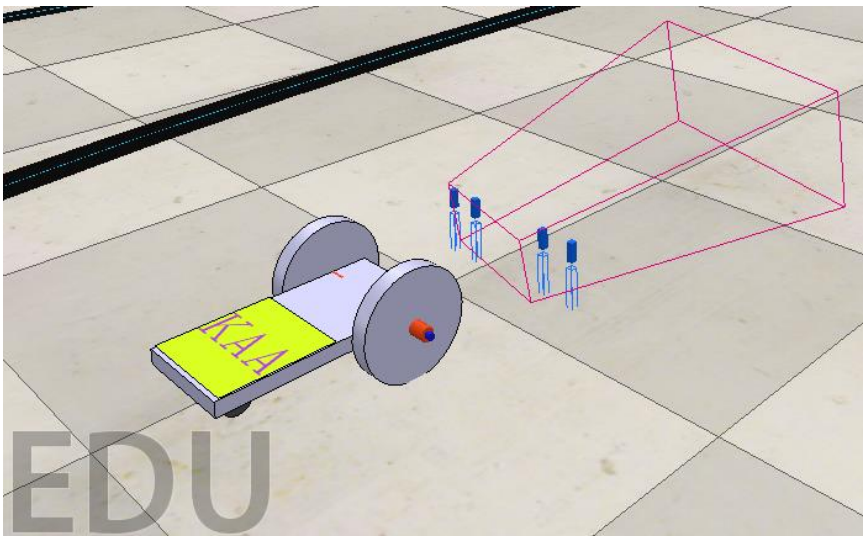


Рисунок 12. Робот, созданный в CoppeliaSim.

9.2 Написать код управления для роботов, реализующих категорию робототехнических соревнований «шорт-трек».

Составитель: Ковтун А.А., канд. техн. наук, доцент ВАК, доцент кафедры информатики и вычислительной техники им. В.К. Буторина