

Подписано электронной подписью:
Вержицкий Данил Григорьевич
Должность: Директор КГПИ ФГБОУ ВО «КемГУ»
Дата и время: 2024-02-21 00:00:00
471086fad29a3b30e244c728abc3661ab35c9d50210dcf0e75e03a5b6fdf6436

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

Б1.В.13 Промышленные роботизированные системы и комплексы

Направление подготовки
09.03.01 Информатика и вычислительная техника

Направленность (профиль) подготовки
Автоматизированные системы обработки информации и управления

Программа академического бакалавриата

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, заочная

Год набора 2018

Новокузнецк 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы	5
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
3.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах).....	6
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	6
4.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	6
4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	11
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	11
6.1. Типовые контрольные задания / материалы.....	11
6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций..	13
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	20
8. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных (СПБД) и информационных справочных систем (ИСС) необходимых для освоения дисциплины	20
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	21
10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине / модулю, используемого программного обеспечения	21

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы бакалавриата (далее - ОПОП) и изучения данной дисциплины обучающийся должен освоить:

Компетенции: ПК-2.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине в таблице 1.

Табл. 1 – Результаты обучения по дисциплине / модулю

Компетенция (код, название)	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способен разрабатывать компоненты аппаратно-программных комплексов и баз данных, используя современные инструментальные средства и технологии программирования	Знать: ☐ основные парадигмы программирования; ☐ классификацию языков программирования; ☐ синтаксис и семантику языка программирования высокого уровня; ☐ базовые структуры программных средств. ☐ современные представления о методах и технологиях разработки программного обеспечения; ☐ процессы жизненного цикла программного обеспечения; ☐ стандарты в области разработки и реализации программного обеспечения. ☐ основные этапы и соответствующие им стадии разработки программного обеспечения; ☐ базовые понятия теории баз данных; ☐ системы управления базами данных для информационных систем различного назначения; ☐ язык структурированных запросов SQL; ☐ особенности создания и использования программируемых объектов баз данных; ☐ основы построения и функционирования систем искусственного интеллекта (или) экспертных систем; ☐ основы параллельного программирования; ☐ основы web-программирования (или) основы и технологии разработки программ для мобильных устройств; ☐ основные электротехнические и электронные компоненты автоматизированных систем; ☐ современные инструментальные средства разработки электротехнических и электронных компонентов аппаратно-программных комплексов; ☐ основы робототехники, принципы работы роботизированных систем и комплексов; ☐ основные положения и модели оценки показателей надежности компонентов автоматизированных систем; ☐ основы эргономического обеспечения разработки автоматизированных систем, оптимальные задачи эргономики; ☐ современные методики тестирования эргономики пользовательских интерфейсов. Уметь: ☐ создавать исходный код компонентов программного обеспечения, осуществлять его тестирование и отладку; ☐ применять знания в области жизненного цикла к организации и разработке программного обеспе-	Знать: основы робототехники, принципы работы роботизированных систем и комплексов Уметь: разрабатывать отдельные компоненты роботизированных систем и комплексов с применением инструментальных средств; Владеть: навыками разработки компонентов роботизированных систем и комплексов.

Компетенция (код, название)	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	чения; ☐ разрабатывать основные программные документы; ☐ писать запросы на языке SQL; ☐ применять современные инструментальные средства и технологии программирования при разработке баз данных, систем искусственного интеллекта (или) экспертных систем; ☐ использовать методы и инструментальные средства параллельного программирования для эффективного решения прикладных задач, требующих большого объема вычислений; ☐ разрабатывать Web-страницы с использованием современных интернет-технологий; использовать дополнительные пакеты и библиотеки при программировании (или) создавать приложения для мобильных устройств; корректировать разработанное приложение в соответствии с результатами тестирования; ☐ определять требования к электротехническим и электронным компонентам автоматизированных систем; ☐ применять современные инструментальные средства при разработке электротехнических и электронных устройств в соответствии с поставленными требованиями.; ☐ разрабатывать отдельные компоненты роботизированных систем и комплексов с применением инструментальных средств; ☐ применять современные инструментальные средства и технологии программирования при разработке (усовершенствовании) компонентов автоматизированных систем в условиях предприятия (в организации); ☐ проводить расчеты для оценки показателей надежности, эргономических показателей и уровня качества при разработке автоматизированных систем. Владеть: ☐ современными инструментальными средствами разработки программных приложений, ☐ навыками отладки и тестирования программ; ☐ навыками разработки баз данных в среде современной СУБД. ☐ основными концепциями, принципами, теориями и фактами, связанными с разработкой и сопровождением интеллектуальных систем; ☐ навыками разработки, компиляции и отладки параллельных программ с использованием современных технологий.; ☐ навыками проектирования электротехнических и электронных устройств с использованием средств автоматизации схемотехнического проектирования электронных схем; ☐ навыками разработки компонентов роботизированных систем и комплексов; ☐ навыками разработки концепции, дизайна, навигации и реализации Web-сайтов (или) навыка-	

Компетенция (код, название)	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенции)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
	ми практического применения инструментальных средств и методов разработки мобильных приложений; ☐ методами оценки надежности, эргономики и качества автоматизированных систем; ☐ опытом решения практической задачи при разработке (усовершенствовании) компонентов автоматизированных систем в условиях предприятия (в организации).	

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина изучается на четвертом курсе для дневной формы обучения в седьмом семестре, для заочной формы обучения в 8 семестре.

Дисциплина «Промышленные роботизированные системы и комплексы» относится к вариативной части блока Б1.

Дисциплина «Промышленные роботизированные системы и комплексы» входит в вариативную часть ОПОП; является обязательной дисциплиной.

Структурно-логическая схема формирования в ОПОП компетенций, закрепленных за дисциплиной

Таблица 2 – Порядок формирования компетенции ПК-2

Предшествующие дисциплины, практики	Последующие дисциплины, практики
Б1.Б.10 Программирование Б1.Б.12 Базы данных Б1.В.03 Оценка надёжности, эргономики и качества автоматизированных систем обработки информации и управления Б1.В.06 Электротехника, электроника и схемотехника Б1.В.09 Технологии программирования Б1.В.11 Технологии параллельного программирования Б1.В.13 Промышленные роботизированные системы и комплексы Б1.В.ДВ.02.01 Разработка и применение компонентов систем искусственного интеллекта Б1.В.ДВ.02.02 Разработка и применение компонентов экспертных систем Б1.В.ДВ.03.01 Технологии web-программирования Б1.В.ДВ.03.02 Проектирование и разработка мобильных приложений Б2.В.02(У) Учебная практика. Исполнительская практика	Б2.В.04(П) Производственная практика. Технологическая практика Б2.В.05(Пд) Производственная практика. Преддипломная практика Б3.Б.01(Д) Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет:
4 зачетных единиц (ЗЕ),
144 академических часов.

3.1 Объём дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Таблица 3 - Виды учебной работы по дисциплине и их трудоемкость

Общая трудоемкость и виды учебной работы по дисциплине, проводимые в разных формах	Объём часов	
	для очной формы обучения	для заочной формы обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	40	14
Аудиторная работа (всего):	70	14
в т. числе:		
Лекции	34	8
Семинары, практические занятия	36	6
Практикумы	-	-
Лабораторные работы	-	-
Внеаудиторная работа (всего):	-	-
В том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	-	-
Курсовое проектирование	-	-
Контрольная работа	-	-
Творческая работа (эссе)	-	-
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	74	126
Вид промежуточной аттестации обучающегося – Зачет с оценкой		4

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Таблица 4.1 - Учебно-тематический план очной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
			лекции	практич. занятия		
Семестр 8						

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
		всего	лекции	практич. занятия		
Семестр 8						
1-2	История развития робототехники. Моральные дилеммы роботизированного будущего.	14	2	4	8	Устный опрос
3-4	Виды, классификация и устройство роботов.	16	4	4	8	Устный опрос
5-6	Конфигурационное пространство. Движение твердого тела на плоскости и в пространстве.	16	4	4	8	Устный опрос
7-8	Прямая кинематика.	16	4	4	8	Устный опрос
9-10	Кинематика и статика скорости.	16	4	4	8	Устный опрос
11-12	Обратная кинематика.	16	4	4	8	Устный опрос
13-14	Управление роботом. Генерация траектории. Колесные роботы. Планирование движения.	16	4	4	8	Устный опрос
15-16	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности.	16	4	4	8	Устный опрос
17-18	Моделирование робототехнических систем. Arduino – платформа, среда разработки, онлайн-эмулятор. Lego. Среда симуляции CoppeliaSim.	18	4	4	10	Устный опрос
	Промежуточная аттестация					Зачет с оценкой
	Всего:	144	34	36	74	

Таблица 4.2 - Учебно-тематический план заочной формы обучения

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
		всего	лекции	практич. занятия		
Семестр 8						
1-2	История развития робототехники. Моральные дилеммы роботизированного будущего.	14,5	1		14	Устный опрос
3-4	Виды, классификация и устройство роботов.	14,5			14	Устный опрос
5-6	Конфигурационное пространство. Движение твердого тела на плоскости и в пространстве.	16	1	1	14	Устный опрос
7-8	Прямая кинематика.	16	1	1	14	Устный опрос
9-	Кинематика и статика скорости.	15	1	1	14	Устный

№ недели п/п	Разделы и темы дисциплины по занятиям	Общая трудоёмкость (час.)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (час.)			Формы текущего контроля и промежуточной аттестации успеваемости
			аудиторные учебные занятия		самостоятельная работа обучающихся	
		всего	лекции	практич. занятия		
Семестр 8						
10						опрос
11-12	Обратная кинематика.	15			14	Устный опрос
13-14	Управление роботом. Генерация траектории. Колесные роботы. Планирование движения.	16	1	1	14	Устный опрос
15-16	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности.	15	1		14	Устный опрос
17-18	Моделирование робототехнических систем. Arduino – платформа, среда разработки, онлайн-эмулятор. Lego. Среда симуляции CoppeliaSim.	18	2	2	14	Устный опрос
	Промежуточная аттестация					Зачет с оценкой
	Всего:	144	8	6	126	

4.2 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

Таблица 6 – Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание темы
<i>Содержание лекционного курса</i>		
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...
2	Виды, классификация и устройство роботов.	Промышленные, гражданские, медицинские, военные и проч. Структура, кинематические модели роботов. Технические характеристики. Рабочий инструмент, захватывающие устройства, сенсорные системы.
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...
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.
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.
6	Обратная кинематика.	Оптимизация поиска выбора решения обратной задачи – определения вариантов положений шарниров, обеспечивающих заданную траекторию перемещения конечного эффектора.
7	Управление роботом. Генерация траектории. Колесные роботы. Планирование движения.	Позиционная, контурная, адаптивная системы управления. Типы задач и методы планирования движения. Конфигурация препятствий в пространстве. Определение расстояний и обнаружение столкновений.
8	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности.	Формулирование целевой функции проекта. Проблематика децентрализации. Решение вопросов надежности систем и безопасности реализации. Компонировка технологических комплексов в разных промышленных сферах. Типы конструкций колесных роботов.
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.
<i>Содержание практических занятий</i>		
1	История развития робототехники. Моральные дилеммы роботизированного будущего.	Обсуждение в группе со студентами исторического ракурса темы. 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...
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
3	Конфигурационное пространство. Движение твердого	Практические расчеты преобразований и перемещений объектов в пространстве.

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание темы
	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...

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание темы
4	Прямая кинематика.	Вычисления преобразований для различных конструктивов и геометрии, например для RRRRR. Определение положения и ориентации каждого звена манипулятора и рабочего органа (захвата). По заданным параметрам рычагов (длины) и шарниров (углы) определяется положение конечного эффектора.
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.
6	Обратная кинематика.	Вычисления преобразований для различных конструктивов и геометрии, например для RPRRRP. Оптимизация поиска выбора решения обратной задачи – определения вариантов положений шарниров, обеспечивающих заданную траекторию перемещения конечного эффектора.
7	Управление роботом. Генерация траектории. Колесные роботы. 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.
8	Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности.	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. Компонировка технологических комплексов в разных промышленных сферах. Типы конструкций колесных роботов.
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.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания студенту по организации самостоятельной работы размещены на сайте НФИ КемГУ в разделе «Основные профессиональные образовательные программы высшего образования, реализуемые в НФИ КемГУ/ Методические и иные документы» по адресу: https://skado.dissw.ru/table/#faculty-ed_bachelor-20. Основная и дополнительная учебная литература и Интернет-ресурсы, необходимые для выполнения самостоятельной работы и теоретического освоения дисциплины по графику представлены в разделах 7 и 8 настоящей РПД.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

6.1. Типовые контрольные задания / материалы

Форма промежуточной аттестации зачет с оценкой.

Таблица 7 - Типовые (примерные) контрольные вопросы и задания

Разделы и темы	Примерные теоретические вопросы	Примерные прак-
----------------	---------------------------------	-----------------

		тические задания и (или) задачи
1. История развития робототехники. Моральные дилеммы роботизированного будущего.	1. Чем занимался первый легендарный робот «Талос»? 2. Каковы опасности широкой роботизации в ближайшем будущем?	Типовое практическое задание
2. Виды, классификация и устройство роботов.	3. Что такое коллаборативный робот и чем он отличается от классического промышленного манипулятора? 4. Какие существуют типы приводов роботов, их краткие характеристики. 5. Сварочный робот. 6. Робот для автоматизации штамповочных операций. 7. Типы роботов. 8. Перечислить и охарактеризовать типичные соединения элементов роботов (6 штук).	Типовое практическое задание
3. Конфигурационное пространство. Движение твердого тела на плоскости и в пространстве.	9. Что такое «конфигурационное пространство» (C-space)? 10. Топология конфигурационного пространства (4 штуки). 11. Широта и долгота - координаты сферического пространства. 12. Пространство задач и рабочее пространство. 13. Матрица поворота. 14. Угловые скорости. 15. Однородные матрицы преобразования, их свойства.	Типовое практическое задание
4. Прямая кинематика.	16. Прямая кинематика. Положение концевой эффектора для плоской системы 4R. 17. Поиск решения по условию следования от базовой (неподвижной) части манипулятора в сторону конечного эффектора. 18. Поиск решения по условию следования от конечного эффектора в сторону базовой (неподвижной) части манипулятора.	Типовое практическое задание
5. Кинематика и статика скорости.	19. Определение скоростей перемещений сочленений. Матрица Якоби (якобиан). 20. Анализ кинематической сингулярности - случаи её возникновения (5 штук – 5 вопросов)...	Типовое практическое задание
6. Обратная кинематика.	21. Общая постановка задачи расчета обратной кинематики. Основные особенности. 22. Численный алгоритм обратной кинематики.	Типовое практическое задание
7. Управление роботом. Генерация траектории. Колесные роботы. Планирование движения.	23. Виды расчётов траекторий. Траектория от точки к точке. 24. Оптимизация траектории по времени. 25. Типы задач планирования движения. 26. Методы планирования движения. 27. Конфигурация препятствий в пространстве. 28. Стратегии управления роботом. 29. Управление движением робота вводом скорости, например, шаговым двигателем.	Типовое практическое задание

	30. Управление с обратной связью – PID-регулирование.	
8. Проектирование средств робототехники. Робототехнические системы в промышленности.	31. Постановка задачи проектирования средств робототехники. 32. Типы колес мобильных роботов. 33. Планирование и расчет движения голономных мобильных роботов. 34. Планирование и расчет движения неголономных мобильных роботов. 35. Одометрия.	Типовое практическое задание
9. Моделирование робототехнических систем. Arduino – платформа, среда разработки, онлайн-эмулятор. Lego. Среда симуляции CoppeliaSim.	36. Моделирование как исследование новых робототехнических систем. 37. Возможности использования комплектов LEGO, Arduino. 38. Среда компьютерного моделирования CoppeliaSim. Разработка конструктива робота. 39. Среда компьютерного моделирования CoppeliaSim. Создание скриптов управления.	Типовое практическое задание

Типовые практические задания

Тема 2.

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

1.2 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.

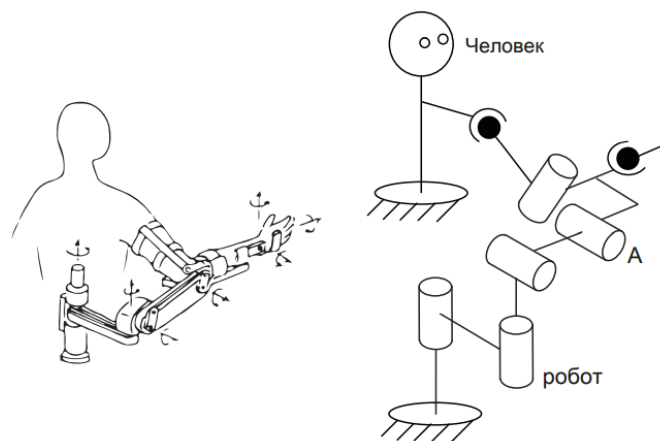


Рисунок 1. Схема робота для реабилитации руки человека.

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 T_{ad} и T_{cd} (однородные матрицы преобразования) в соответствии с размерами, указанными на рисунке.

2. Найти T_{ab} , учитывая, что

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

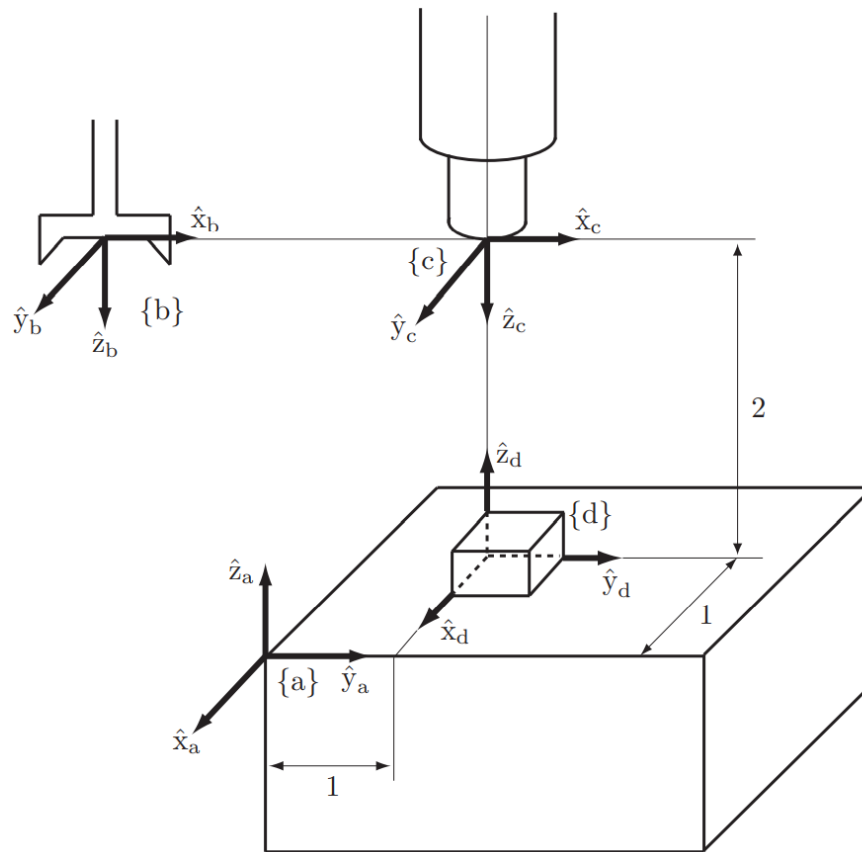
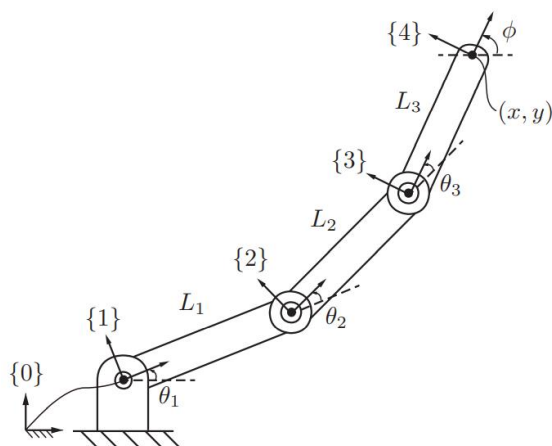


Рисунок 2. Четыре системы отсчета.

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):

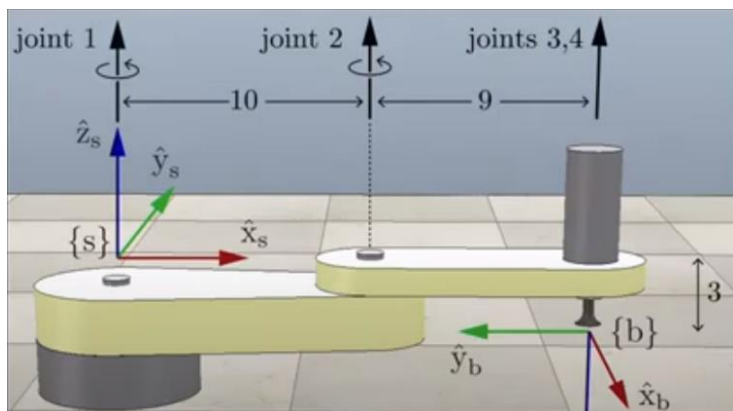


Рисунок 4. Робот 3RP.

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 X_s с нулевой составляющей в направлении Y_s . Определить необходимые моменты в каждом сочленении.

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

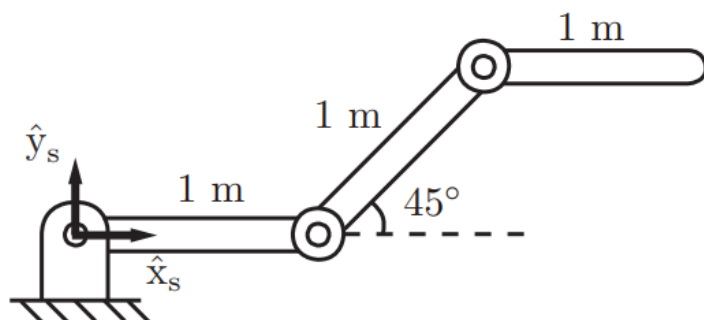


Рисунок 5. Робот 3R.

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

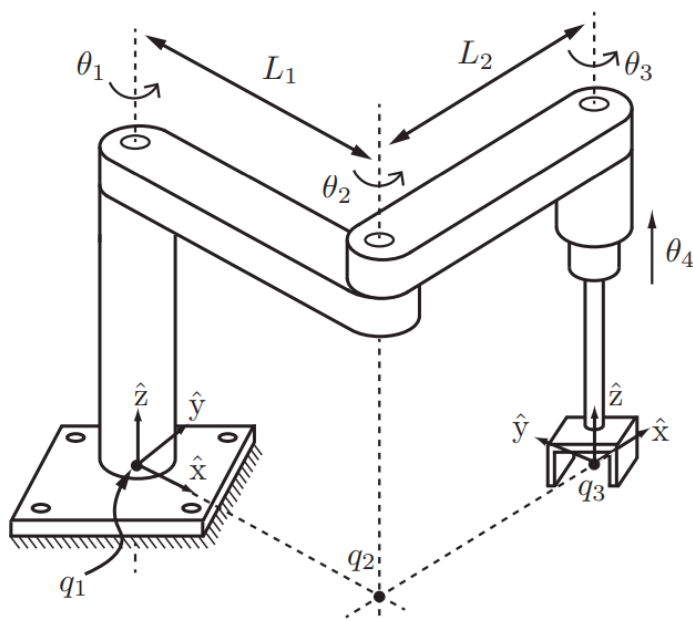


Рисунок 6. Робот 3RP.

Тема 6.

1.1 Используя численный метод Ньютона-Рафсона (метод касательных), определить величины углов θ_1 и θ_2 (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.

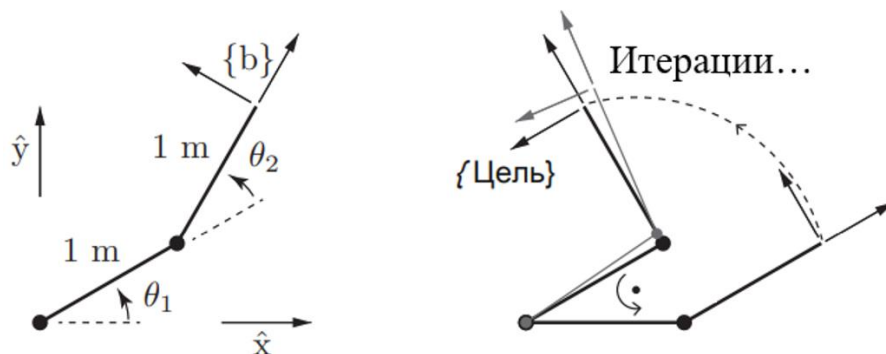


Рисунок 7. Робот 2R.

1.2 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 $\theta_1 = 0$. Найти решение для θ_2 и θ_3 такое, при котором конечный эффектор примет положение $(-6, 5, 3^{1/2})$. Усложненный вариант: соединение θ_1 не за-

фиксировано на нуле. Найти все кинематические решения для того же положения конечного эффектора $(-6, 5, 3^{1/2})$.

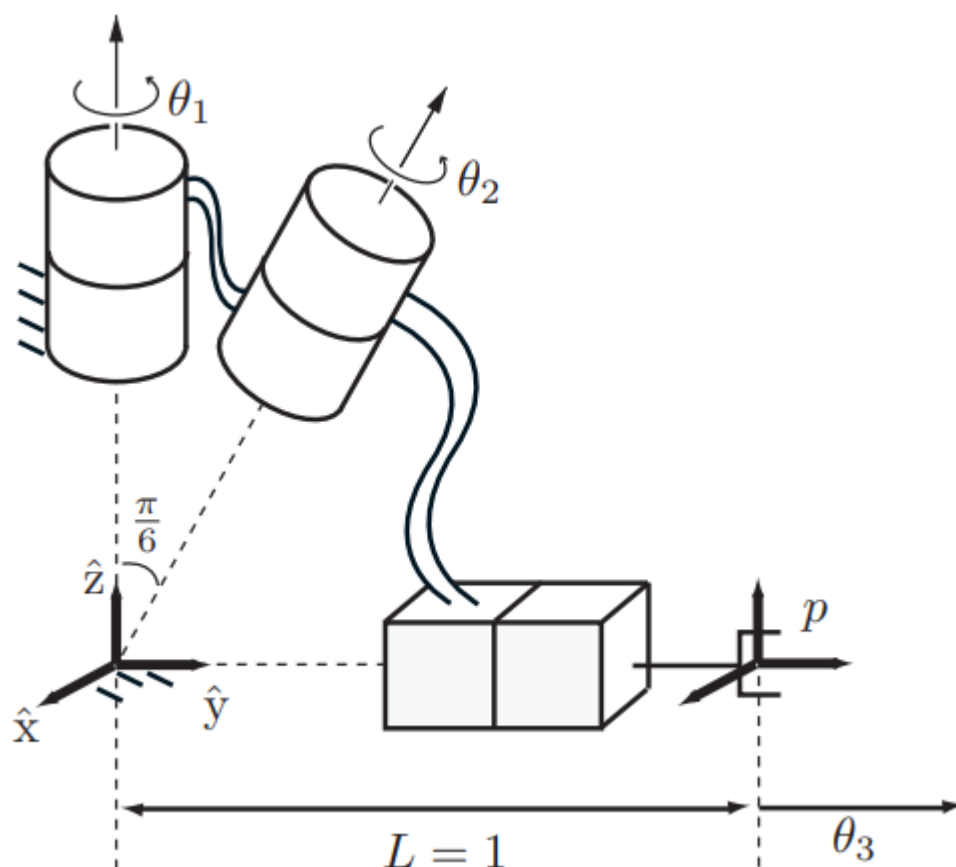


Рисунок 8. Робот 2RP.

Тема 7.

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

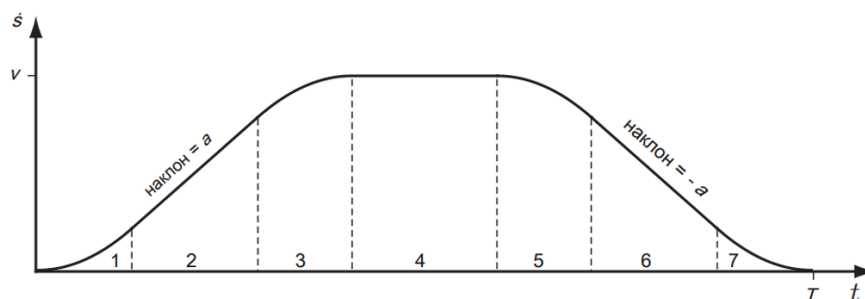


Рисунок 9. Иллюстрация плавного изменения скорости движения робота.

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

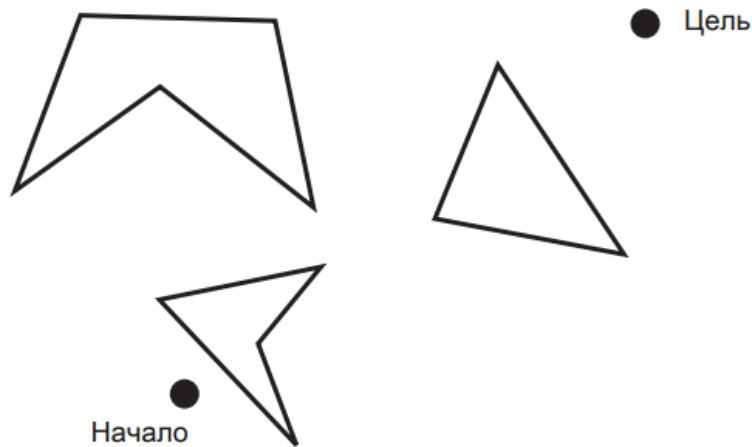


Рисунок 10. Проблема планирования.

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.
- (с) Налить стакан воды.
- (d) Рукопожатие с человеком.
- (е) Бросок бейсбольного мяча в цель.
- (f) Снег лопатой.
- (g) Копание ямы.
- (h) Массаж спины.
- (i) Пылесосить пол.
- (j) Несет поднос со стаканами.

Тема 8.

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

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

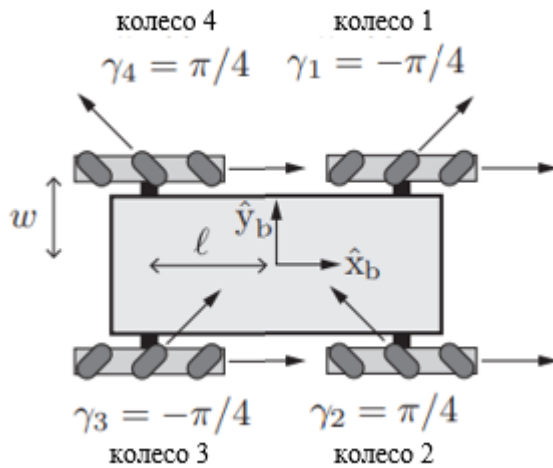


Рисунок 11. Голономный 4-х колесный робот.

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

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.

1.1 Разработка конструктива робота по примеру на рисунке 12.

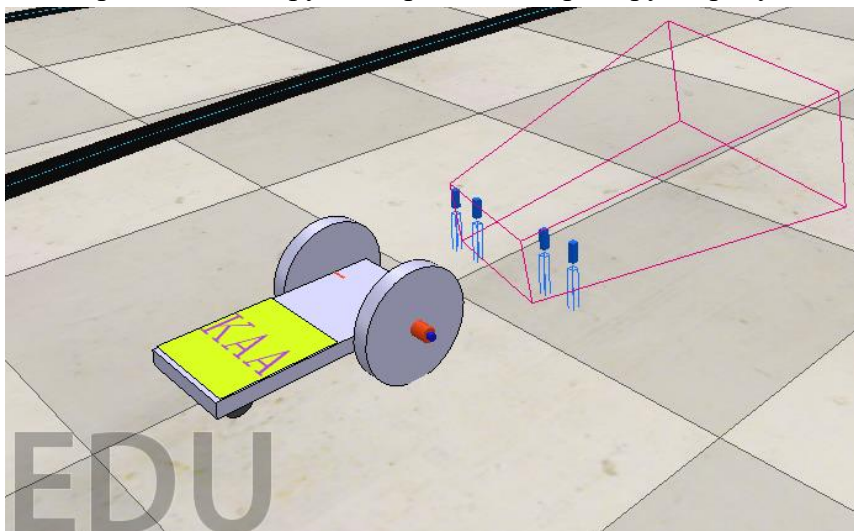


Рисунок 12. Робот, созданный в CoppeliaSim.

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

6.2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования

компетенций

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 8.

Таблица 8 - 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				
Текущая учебная работа в семестре (посещение занятий по расписанию и выполнение заданий)	80 (100% /баллов приведенной шкалы)	Лекционные занятия (17 занятий)	2 балла – посещение 1 лекционного занятия	0-34
		Практические занятия (18занятий)	2 балла – посещение 1 занятия и выполнение задания на 51-85% 2,556 балла – посещение 1 занятияи выполнение задания на 85.1-100%	0-46
Итого по текущей работе в семестре				0-80
Промежуточная аттестация				
Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)	20 (100% /баллов приведенной шкалы)	Вопрос 1.	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5 - 10
		Решение задачи 1.	5 баллов (пороговое значение) 10 баллов (максимальное значение)	5 - 10
Итого по промежуточной аттестации (зачет с оценкой)				10-20
Суммарная оценка по дисциплине: Сумма баллов текущей и промежуточной аттестации 51 – 100 баллов.				

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

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.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных (СПБД) и информационных справочных систем (ИСС) необходимых для освоения дисциплины

Ресурсы информационно - телекоммуникационной сети «интернет»

2. Электронный ресурс. Среда разработки автоматизированных робототехнических систем: <https://www.coppeliarobotics.com/downloads> . Описание и порядок использования:

<https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/>

Современные профессиональные базы данных (СПБД) и информационные справочные системы (ИСС) по дисциплине

1. CITForum.ru - on-line библиотека свободно доступных материалов по информационным технологиям на русском языке - <http://citforum.ru>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты - www.elibrary.ru
3. Единое окно доступа к образовательным ресурсам - <http://window.edu.ru/>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания студенту по освоению дисциплины размещены на сайте НФИ КемГУ в разделе «Основные профессиональные образовательные программы высшего образования, реализуемые в НФИ КемГУ/ Методические и иные документы» по адресу: https://skado.dissw.ru/table/#faculty-ed_bachelor-20.

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине / модулю, используемого программного обеспечения

Материально-техническая база

Учебные занятия по дисциплине проводятся в учебных аудиториях НФИ КемГУ:

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы	Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
410 Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий лекционного типа.	Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, кафедра, моноблоки аудиторные. Оборудование: стационарное - компьютер, экран, проектор. Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по лицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallurgov, д. 19
501 Компьютерный класс. Учебная аудитория (мультимедийная) для проведения: - занятий семинарского (практического) типа; - групповых и индивидуальных	Специализированная (учебная) мебель: доска меловая, столы компьютерные, стулья. Оборудование для презентации учебного материала: стационарное -компьютер, экран, проектор.	654079, Кемеровская область, г. Новокузнецк, пр-кт Metallurgov, д. 19

ных консультаций; - самостоятельной работы; - текущего контроля и промежуточной аттестации.	Оборудование: стационарное – компьютеры для обучающихся (16 шт.). Используемое программное обеспечение: MSWindows (MicrosoftImaginePremium 3 year по сублицензионному договору № 1212/KMP от 12.12.2018 г. до 12.12.2021 г.), LibreOffice (свободно распространяемое ПО), Яндекс.Браузер (отечественное свободно распространяемое ПО), MatLab (Лицензия №592765), CopelliaSimEdu (бесплатная учебная версия). Интернет с обеспечением доступа в ЭИОС.	
--	--	--

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