

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ШЕРАГУЛЬСКАЯ СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА»
ЦЕНТР ОБРАЗОВАНИЯ ЦИФРОВОГО И ГУМАНИТАРНОГО
ПРОФИЛЕЙ «ТОЧКА РОСТА»

РАССМОТРЕНО
на заседании
педагогического совета
протокол № 1
«30» 08 2023г.

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель
ЦО «Точка роста»
08 2023г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор МОУ
«Шерагульская СОШ»
«30» 08 2023г.



ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
общеинтеллектуальной направленности
«Робототехника»

Педагог: Демьянчук Евгения Вячеславовна

Предметная область: технология

Шерагул - 2023

Цель: вовлечение обучающихся в процесс изучения промышленной робототехники за счёт формирования интереса и мотивации через проектную организацию образовательного процесса.

Задачи:

За счёт проектной командной деятельности:

1. Через экскурс в историю развития промышленной робототехники сформировать понимание причин и необходимости повсеместной роботизации производств.
2. Дать представление о сферах применения промышленных роботов за рубежом и на территории РФ.
3. Ознакомить с существующими тенденциями в робототехнике и уровнем развития техники и технологий применительно к роботизации производств. Изучить структуру и функционал промышленных роботов на примере промышленного манипулятора.

Ожидаемые образовательные результаты вводного модуля:

Повышение уровня знаний обучающихся о современных методах применения промышленных роботов в производстве. Развитие навыков программирования, конструирования и инженерного проектирования. Формирование интереса обучающихся инженерно-технического профиля к повышению уровня знаний в сфере роботизации промышленности. Формирование начального уровня компетентности в сфере промышленной робототехники.

Место вводного модуля образовательной линии в учебной программе:

В состав перечня оборудования данного модуля входят учебные робототехнические комплексы на основе промышленных манипуляционных роботов, позволяющие обучающимся осваивать современные методы промышленной автоматизации. Также в состав данного модуля входят учебно-лабораторные робототехнические комплексы, позволяющие обучающимся изучать принципы разработки манипуляционных и мобильных роботов различных типов и примеры применения подобных систем в сфере промышленной автоматизации. Отличительная особенность данного модуля заключается в возможности приобретения обучающимися навыков эксплуатации промышленного оборудования наряду с возможностью изучения основ разработки подобных систем и решений на их основе для автоматизации производственных процессов.

Методы

- Кейс-метод,
- проектная деятельность,
- датаскаутинг.

Формы работы

- Практическое занятие;
- занятие-соревнование;
- экскурсия;

- воркшоп (рабочая мастерская — групповая работа, где все участники активны и самостоятельны);
- консультация;
- выставка.

Виды учебной деятельности

- Решение поставленных задач;
- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- объяснение и интерпретация наблюдаемых явлений;
- анализ проблемных учебных ситуаций;
- построение гипотезы на основе анализа имеющихся данных;
- проведение исследовательского эксперимента;
- поиск необходимой информации в учебной и справочной литературе;
- выполнение практических работ;
- подготовка выступлений и докладов с использованием разнообразных источников информации.

Требования к результатам освоения вводного модуля

Профессиональные компетенции (Hard Skills):

- понимание терминов «автоматизация» и «роботизация», «система управления», «объект управления», «управляющий сигнал»;
- знание и понимание состава и структуры типовых конструкций промышленных роботов;
- знание и понимание состава и структуры приводов для промышленных роботов;
- способность расчёта требуемой рабочей области манипулятора при выполнении технологической операции;
- способность подбора необходимого рабочего органа и оснастки для выполнения простейших технологических операций;
- способность запрограммировать робота с использованием пульта управления;
- навык получения программы перемещений робота для выполнения технологических операций с использованием САМ-пакетов;
- навык калибровки нового рабочего инструмента манипулятора;
- навык калибровки новой базы;
- навык работы в САД-системах для проектирования новой оснастки промышленного манипулятора.

Личностные и межличностные компетенции (Soft Skills):

- работа в команде: работа в общем ритме, эффективное распределение задач и др.;

- развитие познавательных интересов обучающихся, умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;
- навыки ведения проекта, проявление компетенции в вопросах, связанных с темой проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;
- развитие критического мышления;
- проявление технического мышления, познавательной деятельности, творческой инициативы, самостоятельности;
- способность творчески решать технические задачи;
- готовность и способность применения теоретических знаний по физике, информатике для решения задач в реальном мире;
- способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей.

Артефакты

- не менее одной аналитической записки о тенденциях и/или последствиях роботизации промышленности;
- не менее одной программы сложных перемещений промышленного манипулятора, написанной в рамках учебного кейса;
- не менее одной программы с использованием цифровых или аналоговых портов ввода-вывода, написанной в рамках учебного кейса;
- не менее одного запрограммированного технологического процесса сборки/перемещений в цикле.

Рекомендации наставникам

В рамках базового модуля предлагается не просто познакомить детей с существующими технологиями, а научить их генерировать идеи по применению промышленных роботов и других инструментов систем автоматизации в решении конкретных задач. Как это сделать? Приводите больше примеров по обсуждаемым темам — десятки тематических сайтов и тысячи видеороликов вам в помощь. Очень важно спрашивать у детей, какие примеры они могут привести. Старайтесь рассматривать проекты «инженерной» тематики. Любая наукоёмкая тема вызывает интерес только у приобщённых. Если ребёнок никогда не слышал о промышленных роботах, нужно провести работу по «ликвидации страха» перед новым. Важно дать понять, что роботы — это не конструкторы и не фантастические гуманоиды из фильмов, это синтез множества простых элементов в единой системе. Старайтесь проводить аналогии между элементами промышленной автоматизации и тем, что встречается в реальной жизни. Следует рассказывать детям и об интересном использовании технологии в музеях, театрах и др. Ссылайтесь на актуальные новости.

Каждый день в мире происходит масса всего удивительного, новости годичной давности зачастую совсем не кажутся удивительными. Многочисленные компании генерируют и воплощают самые невероятные идеи в жизнь — рассказывайте детям об этом, постоянно обсуждайте с ними свежие идеи в России и мире, сравнивайте. Говоря об относительно старых проектах, анализируйте, сравнивайте, обсуждайте: почему несколько лет назад это было реализовано именно так? Действительно ли существовали непреодолимые технологические ограничения? Как это можно было бы реализовать сегодня? Как ещё можно было решить задачу? Время, отведённое на прохождение одного кейса, строго не регламентировано. Каждый кейс предполагает командную работу и распределение ролей внутри команд. Старайтесь, чтобы каждый ребёнок в течение образовательного модуля был задействован в максимальном количестве ролей, чтобы он смог определиться, как будет работать и кем будет являться при освоении кейсов углублённого модуля; при реализации проектов и участии в соревнованиях.

При ведении учебной деятельности используйте методы проектного управления, освоенные вами на образовательных сессиях. Каждое занятие начинайте с распределения задач в соответствии с ролями внутри команд. В рамках учебной деятельности не ограничивайте доступ детей к информации, наоборот, стимулируйте датаскаутинг. На 5–7 минутных рефлексиях после каждого занятия обсуждайте достигнутые результаты и способы их достижения. Важно именно отрефлексировать без лишней эмоциональности. Не нужно ставить новые задачи, это делается только во время начала занятия. Обучающегося должна мотивировать к продуктивной работе ответственность перед командой, не наставник (без «кнута/пряника»).

Учебно-тематическое планирование

Режим занятий: 2 раза по 2 часа в неделю.

Продолжительность 1 занятия: 2 академических часа.

Структура двухчасового занятия:

- 45 минут — рабочая часть;
- 15 минут — перерыв (отдых);
- 45 минут — рабочая часть.

Программа рассчитана на 18 недель обучения, общее количество академических часов — 72. Основной формой являются групповые занятия. В основе образовательного процесса лежит проектный подход. Практический и теоритический материал подаётся в ходе занятий в группах до 10–15 человек. Задания как таковые отсутствуют в процессе приобретения знаний. В малых группах реализуются учебные кейсы, в процессе командной работы над которыми у обучающихся возникает запрос на учебный материал. Занятия проводятся в смешанном виде с использованием элементов бесед, семинаров, лекций. Для наглядности подаваемого материала используются различные мультимедийные материалы: презентации, видеоролики, приложения и пр. В течение учебного процесса средствами рефлексии и бесед на каждом занятии, контрольных вопросов, заданий и анкетирования производится мониторинг знаний, умений, навыков, компетенций и компетентности каждого обучающегося.

Вводный раздел: терминология и правила работы

Метод/форма: кейс 0.

Название: главное правило робототехники.

Кол-во часов/занятий: 6/3.

Hard Skills: Понимание терминологии, связанной с автоматизацией производств и промышленной робототехникой; умение анализировать экономическую целесообразность автоматизации; умение формулировать объективные тезисы, подкреплённые статистической информацией; понимание важности знания и соблюдения техники безопасности; понимание важности ответственного поведения при работе в квантуме.

Soft Skills: Умение находить, анализировать и использовать релевантную информацию; формулирование проблемы, выдвижение гипотезы, постановка вопросов; инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации; самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера; критическое мышление; коммуникабельность.

Раздел: промышленный манипулятор: ТБ, структура, функционал, программирование простейших перемещений

Метод/форма: кейс 1.

Название: смена плана.

Кол-во часов/занятий: 8/4.

Hard Skills: Понимание терминологии, связанной со структурными элементами промышленных роботов; умение программировать простые перемещения промышленного манипулятора; понимание режимов работы промышленного манипулятора; навык создания простых деталей с помощью САПР; навык использования 3D-принтера.

Soft Skills: Датаסקаутинг; формулирование проблемы; выдвижение идей для решения проблемной ситуации; формирование команд; распределение ролей. Место проведения: квантум.

Раздел: работа с контроллером промышленного манипулятора

Метод/форма: кейс 2.

Название: автономная 3D-печать.

Кол-во часов/занятий: 14/7.

Hard Skills: Навык составления машины состояний для технологического процесса; навык расчёта рабочей зоны промышленного манипулятора; умение калибровать рабочий инструмент; навык использования цифровых входов и выходов промышленного манипулятора; навык программирования с применением условных операторов и циклов; развитие способности к нетривиальному использованию 3D-принтера; навык программирования контроллеров; навык работы с конечным выключателем.

Soft Skills: Системное мышление; пространственное мышление; ориентация в задачах с высокой (субъективно высокой) степенью неопределённости; командная работа; коммуникабельность. Место проведения: квантум, хайтек.

Раздел: рабочий инструмент промышленного манипулятора

Метод/форма: кейс 3.

Название: светящееся время.

Кол-во часов/занятий: 20/10.

Hard Skills: Навык конструирования рабочего инструмента и оснастки для промышленного манипулятора; навык расчёта необходимых сил и скоростей промышленного робота для выполнения технологической операции; навык работы со станком для лазерной резки; расширение навыков работы в САПР; навык офлайн-программирования промышленного манипулятора.

Soft Skills: Системное мышление; пространственное мышление; ориентация в задачах с высокой (субъективно высокой) степенью неопределённости; командная работа.

Раздел: автоматизированная сортировка

Метод/форма: кейс 4.

Название: праздничный набор.

Кол-во часов/занятий: 24/12.

Hard Skills: Навык проектирования встраиваемой электроники; навык создания встраиваемого программного обеспечения; расширение навыков конструирования рабочего инструмента и оснастки для промышленного манипулятора; навык моделирования технологического процесса.

Soft Skills: Умение находить, анализировать и правильно использовать информацию; формулирование проблемы; выдвижение идей для решения проблемной ситуации; формирование команд; распределение ролей.

Перечень кейсов

0 кейс: Главное правило робототехники

Категория кейса: Вводный

Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которое рассчитан кейс: Кейс рассчитан на 6 часов/3 занятия

Цель кейса: формирование у обучающихся понимания принципов работы системы управления промышленным манипулятором.

Описание: Все мы прекрасно знаем или, по крайней мере, догадываемся, от какого чешского слова произошло слово «робот» и что Карел Чапек впервые использовал его в пьесе «Р.У.Р» («Россумские универсальные роботы»). Многие слышали о трёх законах робототехники из произведения Айзека Азимова «Хоровод». Мы считаем, что самое главное правило для того, кто имеет дело с роботами, особенно промышленными, — «робот всегда сильнее».

Познакомьтесь с миром промышленной робототехники и попробуйте обосновать это утверждение на общем семинаре.

Артефакт по итогам освоения кейса: Презентация, представленная на общем семинаре.

Перечень и содержание занятий

Занятие 1

Цель: знакомство с промышленной робототехникой, постановка задач для аналитической деятельности.

Что делаем: знакомимся с промышленной робототехникой, способами использования роботов. Обсуждаем, почему робот всегда сильнее человека. Определяем основные правила работы с робототехническим оборудованием. Обсуждаем основные аспекты автоматизации промышленности. Формируем перечень вопросов для анализа касательно тенденций роботизации. **Компетенции:** умение генерировать идеи; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Итог занятия: разбиение групп на команды. Перечень идей для решения задач в рамках поставленной проблемной ситуации.

Занятие 2

Цель: создание аналитического обзора о роботизации.

Что делаем: отвечаем на вопрос: почему же робот всегда сильнее человека? Формализуем ответ в виде аналитической записки, подкреплённой статистической информацией. Формируем своё мнение о глобальных целях роботизации и повсеместного внедрения искусственного интеллекта. Анализируем текущую ситуацию роботизации в мире и в РФ. В командах методом мозгового штурма генерируем идеи о том, как роботизация может повлиять на экономику и социум. Идеи фиксируем в виде аналитических записок. Ставим задачу о создании презентации по записям.

Компетенции: умение генерировать идеи; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Итог занятия: скомпонованные аналитические записки по обсуждённым темам.

Занятие 3

Цель: презентация итогов работы и обсуждение.

Что делаем: команды презентуют итоги проведённой аналитической работы. Делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия. **Компетенции:** основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

Итог занятия: проведены межкомандные презентации результатов работы, отрефлексированы все этапы работы.

Метод работы: поиск и анализ информации.

Минимально необходимый уровень входных компетенций: для прохождения кейса не требуется специальных знаний.

Оборудование и материалы: компьютеры, презентационное оборудование. **Требования к помещению и инфраструктуре:** подключение к интернету, рабочие места.

Источники:

1. Козырев Юрий, «Применение промышленных роботов», ISBN: 978-5-406-02859-9.
2. Жертвы роботов: <https://hi-news.ru/robots/10-sluchaev-srobotami-ubivshimi-lyudej.html>.
3. Каталог промышленных роботов: <http://robotrends.ru/robotopedia/promyshlennye-roboty>.
4. Национальная ассоциация участников рынка робототехники: <http://www.robotunion.ru/ru/>.
5. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана: <http://library.bmstu.ru/>.
6. Образовательный портал о роботах: <https://robo-sapiens.ru/>.

Руководство для педагога

Введение в проблему и обсуждение

В начале занятия рекомендуется краткое выступление с презентацией, подготовленной к занятию, и обсуждение текущего состояния робототехники в мире и в России. Педагог ведёт дискуссию с обучающимися по поводу того, нужна ли роботизация в РФ. Обсуждаются типы работ, которые выполняют промышленные роботы; роль человека на автоматизированном производстве. Особое внимание уделяется вопросам техники безопасности. Перед обучающимися ставится вопрос: какое главное правило робототехники? Поощряются попытки привести три закона робототехники Азимова.

Рефлексия

После презентации готовых устройств проводится рефлексия: у кого получилось раскрыть суть вопроса? Наставник поясняет, что главное правило робототехники — «робот всегда сильнее». Повторно оглашаются и обсуждаются все пункты техники безопасности.

1 кейс: Смена плана

Категория кейса: Вводный

Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс: Кейс рассчитан на 8 часов/4 занятия

Цель кейса: формирование у обучающихся понимания принципов работы системы управления промышленным манипулятором.

Описание: Промышленный манипулятор, как правило, применяется для перемещения предметов и выполнения технологических операций на производствах. Однако с каждым днём промышленных роботов всё чаще можно застать за довольно необычными для них работами: от разливания напитков в баре до написания художественных картин. Эффектные видео с замедленной съёмкой, популярные сейчас на видеосервисах, в рекламе и в фильмах, открыли новую сферу применения роботов, ведь перемещения по сложным траекториям с высокой точностью – это то, в чём хороши роботы-манипуляторы. Попробуй с помощью манипулятора в

квантуме снять эффектную сцену с резкой сменой плана и сложными движениями камеры.
Артефакт по итогам освоения кейса: Ролик, снятый с резкой сменой планов.

Перечень и содержание занятий

Занятие 1

Цель: ознакомление с промышленным роботом, постановка проблемной ситуации и поиск идей для решения задач в рамках проблемной ситуации.

Что делаем: внимательно изучаем положения техники безопасности при работе в квантуме и при работе с промышленным манипулятором. Представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Занимаемся командообразованием и распределением на команды по 4 человека. Анализируем проблемную ситуацию; генерируем идеи, используя различные методы дизайн-мышления; обсуждаем методы решения и возможности достижения идеального конечного результата.

Компетенции: умение генерировать идеи; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Итог занятия: разбиение групп на команды. Перечень идей для решения задач в рамках поставленной проблемной ситуации.

Занятие 2

Цель: составить схему роботизации процесса.

Что делаем: исходя из результатов анализа проблемной ситуации выявляем необходимое навесное оборудование для промышленного манипулятора и обосновываем выбор. Определяем возможные проблемы технологического характера, возникающие при эксплуатации выбранного оборудования. Определяем рабочую зону оборудования. Определяемся со съёмочным оборудованием. Выявляем способы крепления съёмочного оборудования на манипуляторе. Моделируем крепление с учётом крепёжных отверстий на фланце манипулятора.

Компетенции: развитие пространственного мышления. Навыки применения знаний из курса физики, алгебры и геометрии при решении реальной проблемы. Понимание механики промышленного робота. Базовый уровень прототипирования.

Итог занятия: распределение ролей в группах. Определение проектных задач для каждой роли. Утверждённый план реализации проекта. 3D-модель крепления камеры.

Занятие 3

Цель: собрать готовую конструкцию.

Что делаем: печатаем трёхмерное крепление. Програмируем простые перемещения промышленного манипулятора. Осваиваем команды для перемещения робота на языке KRL. Собираем камеры и крепления. Фиксируем их на роботе. Определяем способ дистанционного включения камеры. Формируем программу траекторий перемещения камеры на фланце манипулятора. Компонуем сцену для съёмки. Снимаем ролик.

Компетенции: развитие навыков программирования. Навыки применения знаний из курса физики, алгебры и геометрии при решении реальной проблемы. Понимание механики промышленного робота.

Итог занятия: распределение ролей в группах. Определение проектных задач для каждой роли. Утверждённый план реализации проекта. 3D-модель крепления камеры.

Занятие 4

Цель: презентовать полученный артефакт. Обсудить итоги работы.

Что делаем: готовим презентацию. Команды демонстрируют снятые ими ролики. Делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия. **Компетенции:** основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

Итог занятия: проведены межкомандные презентации результатов работы. Обсуждены полученные результаты.

Оборудование и материалы: Роботизированный учебный комплекс (манипулятор с калиброванной пневматической насадкой на конце), экшн-камера или смартфон, 3D-принтер, пластик для 3D-принтера, болты для крепления оснастки на фланце манипулятора, компьютер с САПР.

Возможное усложнение кейса до 3-го уровня: Создание перепрограммированных кнопок для шаблонных перемещений манипулятора. **Возможное усложнение кейса до 4-го уровня:** Система с отслеживанием лиц и удержанием фиксированного расстояния от лица.

Руководство для педагога: Программирование промышленного манипулятора. Смотри соответствующий материал на сайте robokvantum.ru в разделе RoboWiki

2 кейс: Автономная 3D-печать

Категория кейса: Вводный

Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс: Кейс рассчитан на 14 часов/7 занятий

Описание проблемной ситуации: В промышленном производстве остановка автоматизированных линий ведёт к убыткам. В хайтеке потери времени на обслуживание 3D-принтера не приведут к столь серьёзным убыткам, но время, затрачиваемое на печать массами (например, перед мероприятиями) можно потратить с большей пользой. Автоматизируйте процесс контроля печати, извлечения готовых деталей из 3D-принтера и подготовки к печати новых деталей.

Артефакт по итогам освоения кейса: Аппаратное решение автоматического обслуживания 3D-принтера.

Перечень и содержание занятий

Занятие 1

Цель: познакомиться с промышленной робототехникой, произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализируем проблемную ситуацию; генерируем и обсуждаем методы её решения и возможности достижения идеального конечного результата. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач определяем необходимость формализации состояний оборудования и передачи сигналов о переходах между состояниями.

Компетенции: умение генерировать идеи указанными методами; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Занятие 2

Цель: формализовать технологический процесс в виде машины состояний. **Что делаем:** знакомимся с идеей, заложенной в аппарате конечных автоматов. Определяем основные технологические единицы и этапы выполнения технологических операций. Выявляем возможные состояния 3D-принтера, манипулятора. Определяем способы передачи сигнала завершения манипулятору. Составляем структурную схему. Составляем машину состояний агрегатов и их регуляторов.

Компетенции: умение составлять схемы технологических процессов, концептуальное понимание термина «конечный автомат», структурное мышление.

Занятие 3

Цель: разработать систему передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором.

Что делаем: изучаем особенности генерации дискретного сигнала о завершении печати, например, с помощью концевого выключателя (при окончании печати подложка опускается и замыкает выключатель). Определяем способ подключения к дискретному входу блока управления манипулятором. Подключаемся к дискретному входу, тестируем работу.

Компетенции: понимание структуры системы управления промышленного манипулятора, навыки работы со сложной технической системой, системное мышление.

Занятие 4

Цель: модификация подложки 3D-принтера.

Что делаем: определяем механизм выгрузки деталей после печати. Проектируем пробные детали с модифицированными основаниями. Смотрим варианты модификации конструкции самой подложки, например, с возможностью замены. **Компетенции:** работа в САПР, конструирование, навык решения инженерных задач с низким уровнем неопределённости.

Занятие 5

Цель: подготовить рабочий орган манипулятора.

Что делаем: конструируем рабочий орган под адаптированную подложку деталей. Печатаем спроектированную конструкцию на 3D-принтере. Осуществляем сборку, фиксацию на фланце манипулятора, калибровку. **Компетенции:** работа в САПР, конструирование и проектирование.

Занятие 6

Цель: синхронизировать работу всех компонентов.

Что делаем: согласно составленному конечному автомату технологического процесса пишем программу выгрузки под конкретную деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера. Тестируем и отлаживаем программу на манипуляторе.

Компетенции: системное и структурное мышление, алгоритмизация технологических процессов, предначальный уровень программирования промышленных манипуляторов.

Занятие 7

Цель: публичная демонстрация результатов.

Что делаем: подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Презентация внутри квантума.

Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

Компетенции: основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

Оборудование и материалы: Роботизированный учебный комплекс (манипулятор с калиброванной пневматической насадкой на конце), концевой выключатель, контроллер, 3D-принтер, пластик для 3D-принтера, болты для крепления оснастки на фланце манипулятора, компьютер с САПР.

Возможное усложнение кейса до 4-го уровня: Автоматизированное обслуживание 3D-принтера при произвольных размерах деталей и произвольном размещении.

3 кейс: Светящееся время

Категория кейса: Вводный

Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс: Кейс рассчитан на 20 часов/10 занятий

Описание проблемной ситуации: В связи с предстоящими праздниками обучающиеся технопарка «Кванториум» решили сделать сувенирную продукцию в виде самодельных часов с нанесённым на циферблат рисунком, который светится ночью.

Артефакт по итогам освоения кейса: Самодельные часы с нанесённым флуоресцентной краской изображением из геометрических фигур.

Перечень и содержание занятий

Занятие 1

Цель: выявление способа роботизации процесса.

Что делаем: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализируем проблемную ситуацию; генерируем и обсуждаем методы её решения и возможности достижения идеального конечного результата. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач генерируем перечень идей для решения проблемной ситуации.

Компетенции: умение генерировать идеи указанными методами; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Занятие 2

Цель: создать конструкцию часов.

Что делаем: создаём конструкцию часов, включающую в себя передаточные механизмы из цилиндрических шестерёнок, стрелку, внешний фасад, рамку и т. д., учитывая возможности производства деталей с помощью лазерного гравера и 3D-принтера. Консультируемся с представителями промдизайнквантума.

Компетенции: коммуникативность, работа в САПР, конструкторское мышление.

Занятие 3

Цель: реализовать процесс нанесения рисунка на часы.

Что делаем: для спроектированных часов придумываем рисунок, который будет наноситься с помощью роботов. Реализуем рисунок на ПК в векторном виде. Определяем способ нанесения рисунка. Проектируем способ крепления флуоресцентного маркера на фланце манипулятора.

Компетенции: коммуникативность, работа в САПР, конструкторское мышление.

Занятие 4

Цель: спроектировать процесс сборки часов.

Что делаем: изготавливаем детали для часов. Определяем позиции каждого типа деталей в рабочей зоне манипулятора. Разрабатываем конструкцию рабочего органа, пригодного как для сборки, так и для удержания маркера при нанесении рисунка.

Компетенции: системное мышление, структурное мышление, конструкторская работа.

Занятие 5

Цель: определить способ моделирования процесса.

Что делаем: определяем способ реализации модели процесса нанесения рисунка на часы. Рассматриваем соответствующее ПО и открытые библиотеки. Изучаем функционал ПО и способы сопоставления контура в САД-системе и виртуальных перемещений манипулятора.

Компетенции: программирование, моделирование робототехнических комплексов.

Занятие 6

Цель: смоделировать весь процесс.

Что делаем: с помощью специального ПО моделируем процесс сборки часов, смену рабочего органа, процесс нанесения рисунка. Проверяем отсутствие коллизий. Переносим код на манипулятор.

Компетенции: программирование, моделирование робототехнических комплексов.

Занятие 7

Цель: реализовать рабочий орган и необходимую оснастку манипулятора. **Что делаем:** с учётом результатов моделирования вносим правки в конструкции рабочих органов и оснастки манипулятора. Изготавливаем, собираем и монтируем манипулятор и рабочее пространство манипулятора. Подключаем рабочий орган и оснастку к цифровым/аналоговым входам и выходам манипулятора.

Компетенции: программирование, моделирование робототехнических комплексов, работа в САПР, работа с 3D-принтером, навык сборки мехатронных узлов.

Занятие 8

Цель: отладить программное обеспечение.

Что делаем: переносим код из среды моделирования на манипулятор. Настраиваем автоматическую работу манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизируем работу систем подачи, отгрузки, распознавания. **Компетенции:** навыки отладки программ, поиска и устранения ошибок в алгоритме, алгоритмическое мышление.

Занятие 9

Цель: запустить систему.

Что делаем: запускаем программу в автоматическом режиме. Фиксируем этапы работы. Готовим материал для отчёта о проделанной работе. Готовим КД.

Компетенции: начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

Занятие 10

Цель: публичная демонстрация результатов.

Что делаем: подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Презентация внутри квантума. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

Компетенции: основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

4 кейс: Праздничный набор

Категория кейса: Вводный

Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс: Кейс рассчитан на 24 часа/12 занятий

Цель кейса: формирование у обучающихся понимания принципов работы системы управления промышленным манипулятором.

Содержание кейса: В рамках кейса обучающиеся знакомятся с конструкцией промышленного манипулятора. Осваивают принципы ручного программирования промышленного манипулятора. Создают программу для совершения операции транспортировки грузов.

Этапы реализации кейса:

1. Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов её решения и возможности достижения идеального конечного результата.
2. Знакомство с методами автоматизации и роботизации процессов транспортировки грузов, видами и конструкцией манипуляционных роботов.
3. Начальное знакомство с математическим аппаратом, применяемым при описании кинематики манипуляционных роботов.
4. Знакомство с понятиями «рабочая зона манипулятора», «звено», «шарнирное и телескопическое сочленение», «система координат».
5. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

Описание проблемной ситуации: Сортировочные линии с использованием промышленных роботов широко распространены в промышленности. Для каждой продукции и каждой задачи используются уникальные технологические решения: где-то это молниеносно быстрые дельта-

роботы, где-то более громоздкие, но не менее резвые шестистепенные. Исследуйте опыт создания сортировочных линий в промышленности и убедитесь в том, что именно такое решение подойдёт для подготовки наборов подарков с разными конфетами, игрушками и сувенирами внутри для обучающихся технопарка «Кванториум». Процесс упаковки большого количества подарков требует больших трудозатрат. Спроектируйте систему, которая автоматически будет фасовать наборы из разных конфет. За консультациями по поводу внешнего вида и функционала упаковки можете обратиться к коллегам из промдизайнквантума.

Задачи, решаемые в рамках проблемной ситуации:

- Составить план решения проблемы.
 - Составить технологическую карту.
 - Изучить состав робототехнической ячейки и конструкцию робота.
 - Изучить эксплуатационные параметры робота (рабочее пространство, зона сервиса, мобильность и т.д.).
 - Освоить принципы работы с пневматической вакуумной присоской.
 - Составить программу перемещений робота. Предполагаемые результаты обучающихся Soft Skills:
 - умение взаимодействовать в команде;
 - умение находить, анализировать и использовать релевантную информацию; • формулирование проблемы, выдвижение гипотезы, постановка вопросов;
 - инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;
 - самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера.
 - Hard Skills:
 - механика — составление кинематических схем, выявление конструктивных ограничений промышленного робота; представление о механизмах преобразования энергии в движение;
 - электрика и электроника — изучение принципов работы дискретных портов промышленного манипулятора;
 - программирование — составление простых линейных алгоритмов; создание блок-схем для составленных алгоритмов; конвертация блок-схем в код или блочную программу.
- Оборудование Роботизированный учебный комплекс (манипулятор с калиброванной пневматической насадкой на конце), контейнеры, объекты манипулирования (конфеты).

Ход работы (что делают дети):

- Потребность-отклик;
- обсуждение в команде, какой должна быть технологическая оснастка робота;
- проработка аналогов;
- анализ кинематической схемы промышленного манипулятора, выявление ограничений;
- составление программы;
- пилотный запуск;
- устранение ошибок;
- финальный запуск.

Перечень и содержание занятий

Занятие 1

Цель: познакомиться с промышленной робототехникой, произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Что делаем: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализируем проблемную ситуацию; генерируем и обсуждаем методы её решения и возможности достижения идеального конечного результата. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач обозначить используемые технологические решения.

Компетенции: умение генерировать идеи указанными методами; слушать и слышать собеседника; аргументированно отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её. Умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Занятие 2

Цель: составить схему роботизации процесса.

Что делаем: исходя из результатов анализа проблемной ситуации выявляем необходимое навесное оборудование для промышленного манипулятора и обосновываем выбор. Определяем возможные проблемы технологического характера, возникающие при эксплуатации выбранного оборудования. Определяем рабочую зону оборудования. Осуществляем знакомство с технологией подключения и ввода в эксплуатацию манипулятора с новой насадкой.

Компетенции: развитие пространственного мышления; навыки применения знаний из курса физики, алгебры и геометрии при решении реальной проблемы. Понимание механики промышленного робота.

Занятие 3

Цель: спроектировать окружение промышленного робота.

Что делаем: проектируем в специальном программном обеспечении технологический процесс. Формируем требования к рабочему пространству. **Компетенции:** интеграция промышленных манипуляторов в технологические процессы, моделирование технологических процессов, системное мышление, пространственное мышление.

Занятие 4

Цель: определить способы перемещения объектов.

Что делаем: согласно выделенным типам объектов определяем требования к процессу захвата объектов. Выявляем способ смены захватного устройства. Прорабатываем возможность создания универсального захвата. **Компетенции:** аналитическое мышление, поиск информации, синтез новых решений.

Занятие 5

Цель: спроектировать рабочий орган.

Что делаем: приспособливаем поверхность стола робототехнической ячейки для автоматической подачи объектов манипулирования. Изучаем способы использования заранее подключенной и откалиброванной насадки (пневматической присоски). Интегрируем в программу строки, отвечающие за включение и выключение насадки.

Компетенции: интеграция программного обеспечения, подготовка рабочей области промышленного манипулятора.

Занятие 6

Цель: подключение системы технического зрения.

Что делаем: определяем способы распознавания объекта. Изучаем аппаратные средства, интерфейсы подключения к контроллеру промышленного манипулятора. Запускаем тестовые алгоритмы. **Компетенции:** поверхностное понимание принципов работы промышленного манипулятора. Навыки программирования перемещений робота в цикле.

Занятие 7

Цель: проектирование системы отгрузки.

Что делаем: проектируем необходимые детали в САПР с конструкторами. Программисты работают над СТЗ.

Компетенции: навык работы с системами технического зрения, работа в САПР, командная работа.

Занятие 8

Цель: отладить алгоритмы работы с внешними устройствами.

Что делаем: в программном обеспечении отлаживаем режимы работы. Смотрим реакцию манипулятора в виртуальной среде на реальные срабатывания сенсоров.

Компетенции: навык моделирования робототехнических систем.

Занятие 9

Цель: написать программное обеспечение.

Что делаем: пишем программу для перемещения манипулятора от точки (положение объекта) к точке (контейнер). Калибруем рабочий орган. Интегрируем в программу строки, отвечающие за включение и выключение насадки. Проводим тестовые запуски частей алгоритма в ручном режиме. **Компетенции:** навыки программирования перемещений робота в цикле. Структурное мышление.

Занятие 10

Цель: отладить программное обеспечение.

Что делаем: настраиваем автоматическую работу манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизируем работу систем подачи, отгрузки, распознавания.

Компетенции: навыки отладки программ, поиска и устранения ошибок в алгоритме, алгоритмическое мышление.

Занятие 11

Цель: запустить систему.

Что делаем: запускаем программу в автоматическом режиме. Фиксируем этапы работы. Готовим материал для отчёта о проделанной работе. Готовим КД.

Компетенции: начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

Занятие 12

Цель: публичная демонстрация результатов.

Что делаем: подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Презентация внутри квантума. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

Компетенции: основы ораторского искусства. Опыт публичных выступлений. Основы работы в текстовом редакторе и программе для создания презентаций.

Список источников для наставника

Основная литература:

1. Зенкевич С.Л., Ющенко А.С. Основы управления манипуляционными роботами: учебник для вузов // 2-е изд., исправ. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. — 480 с.

Дополнительная литература:

1. Иванов В.А., Медведев В.С. Математические основы теории оптимального и логического управления — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 600 с.
2. Крейг Д. Введение в робототехнику. Механика и управление // Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2013. — 564 с.
3. Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов / А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков, Б.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2010. —170 с.
4. Проектирование систем приводов шагающих роботов с древовидной кинематической системой: учебное пособие для вузов / Л.А. Каргинов, А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 116 с.
5. Робототехнические системы и комплексы / Под ред. И.И. Мачульского — М.: Транспорт, 1999. — 446 с. 6.
6. Справочник по промышленной робототехнике т.1 / Под ред. Ш.Нофа — М.: Машиностроение, 1989. — 480 с.
7. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов — М.: Высшая школа, 1986. — 264 с.
8. Шахинпур М. Курс робототехники: учебник для вузов / Под ред. С.Л. Зенкевича — М.: Мир, 1990. — 527 с.
9. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с.
10. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.

11. Математическое моделирование систем приводов роботов с древовидной кинематической структурой: учебное посо- 33 Промробоквантум: тулжит бие для вузов / Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2008. — 64 с.
12. Springer Handbook of Robotics, 2016.

Интернет-ресурсы

Фан-сайт Айзека Азимова: <http://asimovonline.ru/>.

Хабр: <https://habr.com>.

Русскоязычный форум по робототехнике: <http://robotforum.ru>. Образовательный портал: <http://edurobots.ru/>.

Новостной портал: <http://robotrends.ru/>.

Англоязычный форум о роботах в строительстве: <https://forum.robotsinarchitecture.org/>.

DIY: <https://www.thingiverse.com/>.

Arduino: <https://www.arduino.cc/>.

Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.org/>.

3D-модели: <https://grabcad.com>.

Сайт производителя KUKA: <https://www.kuka.com>.

Курсы:

ИИ в робототехнике: <https://www.udacity.com/course/artificial-intelligence-for-robotics--cs373>.

Наностепень по робототехнике: <https://www.udacity.com/course/robotics-nanodegree--nd209>.

Автономные мобильные роботы: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:ETHx+AMRx+1T2015/course/>.

Механика и управление роботами ч.1: <https://www.edx.org/course/robot-mechanics-control-part-i-snuх-snu446-345-1х>.

Механика и управление роботами ч.2: <https://www.edx.org/course/robot-mechanics-control-part-ii-snuх-snu446-345-2х>.

Стэнфордский курс введения в робототехнику: <https://see.stanford.edu/Course/CS223A>.

Открытая платформа по изучению робототехники: <https://robotacademy.net.au/>.

Онлайн-курс «Инновации в промышленности: мехатроника и робототехника»: <https://www.coursera.org/learn/innovationsin-industry-robotics>.

ПО и библиотеки:

RoboDK: <https://robodk.com>.

ROS: <http://www.ros.org/>.

ROS 2: <https://index.ros.org/doc/ros2/>.

V-REP: <http://www.coppeliarobotics.com/>.

MORSE: <https://www.openrobots.org/wiki/morse/>.

Sprut-CAM: <https://sprut.ru/products-and-solutions/products/SprutCAM>.

Бесплатная версия T-FLEX: <http://www.tflexcad.ru/download/tflex-cad-free/>.

Журналы:

Мехатроника, автоматика и робототехника: [https://elibrary.ru/ title_about.asp?id=63827](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=63827).

Автоматизация в промышленности: <http://avtprom.ru/>.

IEEE Robotics & Automation Magazine:
<https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=100>.