МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ «ОБЛАСТНОЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ДЕТЕЙ им. Ю.А.ГАГАРИНА»

СОГЛАСОВАНО
Протокол методического совета
ГБУ ДО КО
«ОЦДОД им.Ю.А.Гагарина»
от 25.05.2020 г. № 7

УТВЕРЖДЕНО
Приказом директора
ГБУ ДО КО
«ОЦДОД им. Ю.А.Гагарина»
№ 126-ОД от 29.05.2020 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ»

Срок реализации: 1 год
Возраст детей: 12-14 лет
Составитель Халтурина И.А., методист

Калуга
2020

Раздел 1. Комплекс основных характеристик программы

1.1. Пояснительная записка

Программа «Промышленные робототехнические системы» составлена в рамках проекта «Мобильный кванториум» и направлена на ознакомление обучающихся с основами промышленной робототехники. Данная программа является дополнительной общеобразовательной общеразвивающей **технической направленности**, очной формы обучения, для **детей 12 – 14 лет**, сроком реализации 1 год, **стартового уровня** освоения содержания.

Актуальность и педагогическая целесообразность программы «Промышленные робототехнические системы» состоит в том, что в процессе обучения создаются особые условия, нацеленные на формирование основ инженерного мышления. Педагог реализует комплекс мероприятий, ориентированных на промышленную составляющую и включающих специализированное оборудование и методические материалы инженерной направленности. Кроме того, данная программа способствует развитию навыков критического мышления, умению ориентироваться в информационном пространстве, а также грамотно выстраивать собственную деятельность и вести проект.

Отличительной особенностью программы является то, что вместе с использованием платформы LEGO MINDSTORMS Education EV3, которая обеспечивает простоту при сборке начальных моделей, в состав перечня оборудования входят и учебные робототехнические комплексы на основе промышленных манипуляционных роботов, позволяющие обучающимся осваивать современные методы простой уже 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.

Программа модифицированная - составлена на основе Тулкита Промробоквантум сети детских технопарков «Кванториум» в ходе первого года обучения детей по направлению «Промышленные робототехнические системы» (Шереужев М.А.).

Адресат программы

Обучение по данной программе рассчитано на обучающихся образовательных организациях Калужской области в возрасте 12 – 14 лет с наличием понимания базовых концепций программирования, представления об инженерно-конструкторской деятельности и робототехнике.

Срок освоения программы – 1 год

Объем программы и режим занятий - 36 академических часов (6 недель в год). Занятия проводятся - 3 раза в неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами СанПиН 2.4.4.3172-14.

Структура двухчасового занятия:
45 минут — рабочая часть;
15 минут — перерыв;
45 минут — рабочая часть.
Уровень освоения содержания – базовый.

Форма обучения – очная

При планировании образовательного процесса предусматриваются следующие **формы организации познавательной деятельности:**

- коллективные;
- групповые;
- индивидуальные.

Основной формой являются групповые занятия. В основе образовательного процесса лежит проектный подход. Практический и теоретический материал подаётся в ходе занятий в группах до 15 человек. В малых группах реализуются учебные кейсы. 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.

Формы организации учебных занятий

- урок-консультация;
- урок-практикум;
- урок-проект;
- урок проверки и коррекции знаний и умений;
- выставки;

Виды занятий

- решение поставленных задач;
- просмотр и обсуждение учебных фильмов, презентаций, роликов;
- объяснение и интерпретация наблюдаемых явлений;
- анализ проблемных учебных ситуаций;
- проведение исследовательских экспериментов;
- выполнение практических работ;
- подготовка выступлений и докладов.

Условия реализации программы

Группы формируются в соответствии с возрастом обучающихся, без предварительного отбора. Допускается комплектование разновозрастных групп.

1.2. Цель и задачи программы

Цель программы:

Сформировать у обучающихся компетенции в сфере промышленной робототехники за счёт формирования интереса и мотивации через проектную организацию образовательного процесса.

Задачи программы:

Образовательные

- Ознакомление обучающихся с комплексом базовых технологий, применяемых при создании роботов;
- Ознакомление обучающихся со сферами применения промышленных роботов за рубежом и на территории РФ;
- Ознакомление с существующими тенденциями в робототехнике и уровнем развития техники и технологий применительно к роботизации производств;
- Изучение структуры и функционала промышленных роботов на примере промышленного манипулятора;
- Развитие начального уровня компетенций в сфере промышленной робототехники;
- Реализация межпредметных связей с физикой, информатикой и математикой;

Развивающие

- Развитие у обучающихся инженерного мышления, навыков конструирования, программирования и инженерного проектирования;
- Развитие познавательного интереса обучающихся к сфере роботизации промышленности;
- Развитие критического мышления и умения ориентироваться в информационном пространстве;
- Развитие креативного и проектного мышления;
- Развитие пространственного воображения;

Воспитательные

- Воспитание информационной культуры посредством работы с программным продуктом;
- Воспитание когнитивной самостоятельности, личностного отношения к процессу познания, познавательной инициативы;
- Формирование культуры межличностного взаимоотношения в группе;
- Формирование установки на позитивную социальную деятельность.

1.3. Учебно-тематический план

№	Наименование разделов и тем	Всего часов	Теория	Практика	Формы аттестации/ контроля
1	Кейс 0 «Главное правило робототехники»	3	1	2	Межкомандные презентации на тему «Мир промышленной робототехники».
2	Кейс 1«Смена плана»	4	1	3	Творческий проект: Ролик, снятый с резкой сменой планов.
3	Кейс 2 «Автономная 3D-печать»	7	2	5	Творческий проект: Аппаратное

					решение автоматического обслуживания 3D-принтера.
4	Кейс 3 «Светящееся время»	10	3	7	Творческий проект: Самодельные часы с нанесённым флуоресцентной краской изображением из геометрических фигур.
5	Кейс 4 «Праздничный набор»	10	3	7	Творческий проект: Программа для совершения операции транспортировки грузов.
6	Итоговая аттестация	2	-	2	Представление системы, которая автоматически будет фасовать наборы из разных конфет.
ВСЕГО		**36**	**10**	**26**	

1.4. Содержание программы

1. **Кейс 0 «Главное правило робототехники» (Приложение)**

Теория. Основные правила работы с робототехническим оборудованием. Основные аспекты автоматизации промышленности. Текущее состояние робототехники в мире и в России. Нужна ли роботизация в РФ. Типы работ, которые выполняют промышленные роботы; роль человека на автоматизированном производстве. Техника безопасности. Главное правило робототехники. Три закона робототехники Азимова.

Практика. Межкомандные презентации на тему промышленной робототехники.

2. **Кейс 1 «Смена плана» (Приложение)**

Теория. Техника безопасности, структурные элементы промышленной робототехники, функционал, программирование простейших перемещений. Команды для перемещения, робота на языках программирования, САПР. Методика работы с 3D-принтером.

Практика. Сборка простого манипулятора. Программирование простых перемещений промышленного манипулятора, режимов работы промышленного манипулятора. Создание простых деталей с помощью САПР. Использование 3D-принтера: изготовление 3D-моделей. Печать трёхмерного крепления.

3. **Кейс 2 «Автономная 3D-печать» (Приложение)**

Теория. Принципы работы системы управления промышленным манипулятором. Изучение особенностей генерации дискретного сигнала о завершении печати с помощью концевого выключателя. Использование цифровых входов и выходов промышленного манипулятора. Схемы технологических процессов, концептуальное понимание термина «конечный автомат». Способы передачи сигнала завершения манипулятору. Программирование с применением условных операторов и циклов.

Практика. Проектировка пробных деталей с модифицированными основаниями. Подготовка рабочего органа манипулятора. Конструирование рабочего органа под адаптированную подложку деталей. Распечатка спроектированной конструкции на 3D-принтере. Сборка, фиксация на фланце манипулятора, калибровка. Синхронизация работы всех компонентов. Написание программы выгрузки под конкретную деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера.

4. Кейс 3 «Светящееся время» (Приложение)

Теория. Изучение функционала ПО и способов сопоставления контура в CAD-системе и виртуальных перемещений манипулятора. Отладка программ, поиск устранения ошибок в алгоритме.

Практика. Создание конструкций часов, включающую в себя передаточные механизмы из цилиндрических шестерёнок, стрелку, внешний фасад, рамку и т. д. Изготовление деталей для часов. Определение позиций каждого типа деталей в рабочей зоне манипулятора. Разработка конструкций рабочего органа, пригодного как для сборки, так и для удержания маркера при нанесении рисунка. Изготовление, сборка и монтировка манипулятора и рабочего пространства манипулятора. Программирование, моделирование робототехнических комплексов, работа в САПР, работа с 3D-принтером, сборка мехатронных узлов.

5. Кейс 4 «Праздничный набор» (Приложение)

Теория. Принципы работы системы управления промышленным манипулятором, конструкция промышленного манипулятора. Принципы ручного программирования промышленного манипулятора. Методы автоматизации и роботизации процессов транспортировки грузов, виды и конструкция манипуляционных роботов. Понятия «рабочая зона манипулятора», «звено», «шарнирное и телескопическое сочленение», «система координат». Требования к процессу захвата объектов. Аппаратные средства, интерфейсы подключения к контроллеру промышленного манипулятора. Эксплуатационные параметры робота (рабочее пространство, зона сервиса, мобильность и т.д. программирование — составление простых линейных алгоритмов; создание блок-схем для составленных алгоритмов; конвертация блок-схем в код или блочную программу.

Практика. Создание программ для совершения операции транспортировки грузов. Составление плана и технологической карты. Состав робототехнической ячейки и конструкция робота. Составление программы перемещений робота. Составление кинематических схем, выявление конструктивных ограничений промышленного робота. Программирование — составление простых линейных алгоритмов, создание блок-схем для составленных алгоритмов. Конвертация блок-схем в код или блочную программу. Проектировка деталей в САПР с конструкторами. Написание программы для перемещения манипулятора от

точки (положение объекта) к точке (контейнер). Тестовые запуски частей алгоритма. Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания. Запуск программы в автоматическом режиме. Фиксация этапов работы

1.5. Планируемые результаты

В результате освоения программы, обучающиеся должны:

Знать:

1. роль и место промышленной робототехники в жизни современного общества;
2. основные правила работы с робототехническим оборудованием;
3. основные аспекты автоматизации промышленности;
4. главное правило робототехники и три закона робототехники А.Азимова;
5. структурные элементы промышленной робототехники, её функционал;
6. основы программирования простейших перемещений;
7. терминологию, связанную с автоматизацией производств и промышленной робототехникой;
8. терминологию, связанной со структурными элементами промышленных роботов;
9. режимы работы промышленного манипулятора;
10. порядок поиска неисправностей в различных роботизированных системах;
11. методику проверки работоспособности отдельных узлов и деталей;
12. основы САПР и ручного программирования;
13. методику работы на 3D-принтере;
14. основные законы электрических цепей, правила безопасности при работе с электрическими цепями, основные радиоэлектронные компоненты;
15. состав и структуру типовых конструкций промышленных роботов;
16. состав и структуру приводов для промышленных роботов;
17. цифровые входы и выходы промышленного манипулятора;
18. схемы технологических процессов, концептуальное понимание термина «конечный автомат»;
19. функционал, ПО и способы сопоставления контура в CAD-системе и виртуальных перемещениях манипулятора;
20. методы автоматизации и роботизации процессов транспортировки грузов, виды и конструкция манипуляционных роботов;
21. требования к процессу захвата объектов;
22. аппаратные средства, интерфейсы подключения к контроллеру промышленного манипулятора;
23. эксплуатационные параметры робота (рабочее пространство, зона сервиса, мобильность и т.д.

Уметь:

1. составлять аналитические выкладки о глобальных тенденциях роботизации и позиции РФ;
2. использовать промышленного манипулятора в проекте в качестве устройства ориентации и позиционирования в рамках учебного кейса;
3. использовать цифровые порты ввода/вывода промышленного манипулятора в учебном кейсе;
4. пользоваться пультом управления промышленного манипулятора;

5. программировать простые и более сложные перемещения промышленного манипулятора;
6. рассчитывать требуемую рабочую область манипулятора при выполнении технологической операции;
7. подбирать необходимый рабочий орган и оснастки для выполнения простейших технологический операций;
8. запрограммировать робота с использованием пульта управления;
9. получать программы перемещений робота для выполнения технологических операций с использованием CAM-пакетов;
10. работать в CAD-системах для проектирования новой оснастки промышленного манипулятора;
11. пользоваться 3D-принтером для решения производственных задач;
12. создавать простые детали с помощью САПР;
13. рассчитывать рабочую зону промышленного манипулятора;
14. рассчитывать необходимые силу и скорость промышленного робота для выполнения технологической операции;
15. ориентироваться в информационном пространстве;
16. вести собственный проект;
17. творчески решать технические задачи;
18. правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей;
19. моделировать технологический процесс;
20. анализировать экономическую целесообразность автоматизации;
21. работать индивидуально и в группе.

Раздел № 2. Комплекс организационно-педагогических условий

2.1. Календарно - тематический план

(составляется ежегодно) вынесено в отдельный документ

2.2. Условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение

1. Базовый набор LEGO MINDSTORMS Education EV3;
2. Конструктор программируемых моделей инженерных систем AR-DEK-STR-01;
3. Образовательный робототехнический комплект "СТЕМ Мастерская" (STEM/STEAM Мастерская);
4. Образовательный робототехнический комплект TURTLEBOT3 BURGER;
5. Ресурсный набор LEGO MINDSTORMS Education EV3 45560;
6. Программное обеспечение LEGO MINDSTORMS EV3;
7. Расходные материалы: блок питания, набор кирпичиков LEGO;
8. Универсальный мультиметр MASTECH MY65 13-2052 для измерения силы переменного и постоянного тока, измерения постоянного и переменного напряжения, сопротивления;
9. Ноутбук HP Pavilion 15-bc414ur черный;
10. Программное обеспечение — интегрированная среда разработки (образовательная лицензия) Microsoft Visual Studio;
11. Комплект программного обеспечения (облачные приложения);
12. Программное обеспечение САПР для проектирования печатных плат;
13. Программное обеспечение для проектирования печатных плат DipTrace Starter;
14. Доска-флипчарт магнитно-маркерная (70×100 см), передвижная;
15. Проектор портативный BenQ MH535;
16. Проекционный экран на штативе Lumien Eco View (LEV-100105) 160x160 см.;
17. Доска настенная магнитно-маркерная ДН-12Ф 150*100 см.;
18. При организации практических занятий и творческих проектов формируются малые группы, состоящие из 4 учащихся.

2.3. Формы аттестации

Итоговая аттестация обучающихся проводится в форме защиты проектов. Итоговые проекты выносятся на конкурсы, выставки технического творчества и конференции.

Формы контроля

1. Практические занятия.
2. Творческие проекты.
3. Презентация групповых проектов.

Разработка каждого проекта реализуется в форме выполнения конструирования и программирования модели робота для решения предложенной задачи.

Преобладающей формой текущего контроля выступает проверка работоспособности робота:

– выяснение технической задачи,
– определение путей решения технической задачи.

Контроль осуществляется в форме творческих проектов, презентаций, самостоятельной разработки работ.

2.4. Контрольно-оценочные материалы

Презентация группового проекта

Процесс выполнения итоговой работы завершается процедурой презентации действующего промышленного манипулятора.

Презентация сопровождается демонстрацией действующей модели манипулятора и представляет собой устное сообщение (на 5-7 мин.), включающее в себя следующую информацию:

- тема и обоснование актуальности проекта;
- цель и задачи проектирования;
- этапы и краткая характеристика проектной деятельности на каждом из этапов.

Оценивание выпускной работы осуществляется по результатам презентации промышленного манипулятора на основе определенных критериев.

Примерный перечень вопросов для контроля знаний:

1. Каковы основные причины автоматизации и роботизации на производстве?
2. На каких работах используются промышленные роботы?
3. Какие способы классификации промышленных роботов существуют?
4. Что такое манипулятор? Чем робот отличается от манипулятора?
5. Чем автоматическая система отличается от автоматизированной системы?
6. Что является верхним и нижним уровнями системы управления робота; какие аналогии можно провести с нервной системой человека?
7. Какие подсистемы входят в состав системы управления роботом?
8. Могут ли промышленные роботы работать вместе с людьми? Ответьте развёрнуто.
9. Что приводит робота в движение?
10. С помощью чего можно отследить перемещение каждого сочленения робота?
11. Какое программное обеспечение управляет промышленным роботом?
12. Какие способы программирования промышленного робота вы знаете?
13. Какие параметры можно выделить для промышленного робота?
14. Что такое промышленный контроллер?
15. Какое программное обеспечение управляет промышленным роботом?
16. Что такое «машина состояний» и «конечный автомат»? Как эти понятия связаны с промышленной робототехникой?

2.5. Методические материалы

Методическое описание

При планировании образовательного процесса предусматриваются следующие **формы организации познавательной деятельности:**

- ✓ коллективные (фронтальные со всем составом);
- ✓ групповые (работа в группах, парах);
- ✓ индивидуальные.

✓ **Методы обучения:** определяются по источникам информации и включают в себя следующие виды:

1. Познавательный (восприятие, осмысление и запоминание обучающимися нового материала с привлечением наблюдения готовых примеров, моделирования, изучения иллюстраций, восприятия, анализа и обобщения материалов);
2. Метод проектов (при усвоении и творческом применении навыков и умений в процессе разработки собственных моделей);
3. Контрольный метод (при выявлении качества усвоения знаний, навыков и умений и их коррекция в процессе выполнения практических заданий);
4. Групповая работа (используется при совместной сборке моделей, а также при разработке проектов).
5. Метод кейсов (см. Приложение).
6.

2.6. Рабочая программа

(составляется ежегодно) вынесено в отдельный документ

2.7. Список литературы

Литература для педагога

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.
2. Введение в робототехнику. Механика и управление // Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2013. — 564 с.3.
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.
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.
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.
7. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов — М.: Высшая школа, 1986. — 264 с.8. Шахинпур М.
8. Курс робототехники: учебник для вузов / Под ред. С.Л. Зенкевича — М.: Мир, 1990. — 527 с.9. Воротников С.А.
9. Информационные устройства робототехнических систем — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с.10. Пупков К.А., Коньков В.Г.
10. Интеллектуальные системы — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.11.
11. Математическое моделирование систем приводов роботов с древовидной кинематической структурой: учебное пособие для вузов / Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2008. — 64 с.12

Интернет-ресурсы

1. Фан-сайт Айзека Азимова: http://asimovonline.ru/.Хабр: https://habr.com.
2. Русскоязычный форум по робототехнике: http://robotforum.ru.
3. Образовательный портал: http://edurobots.ru/.
4. Новостной портал: http://robotrends.ru/.
5. Автономные мобильные роботы: https://courses.edx.org/cours-es/course-v1:ETHx+AMRx+1T2015/course/.
6. Механика и управление роботами ч.1: https://www.edx.org/course/robot-mechanics-control-part-i-snux-snu446-345-1x.
7. Механика и управление роботами ч.2: https://www.edx.org/course/robot-mechanics-control-part-ii-snux-snu446-345-2x.
8. Открытая платформа по изучению робототехники: https://robotacademy.net.au/.
9. Онлайн-курс «Инновации в промышленности: мехатроника и робототехника»: https://www.coursera.org/learn/innovations-in-industry-robotics.

ПО и библиотеки:

1. RoboDK: https://robodk.com.
2. ROS: http://www.ros.org/.
3. ROS 2: https://index.ros.org/doc/ros2/.
4. V-REP: http://www.coppeliarobotics.com/.
5. MORSE: https://www.openrobots.org/wiki/morse/.
6. Sprut-CAM: https://sprut.ru/products-and-solutions/products/
7. Бесплатная версия T-FLEX: http://www.tflexcad.ru/download/t-flex-cad-free/.

Журналы:

1. Мехатроника, автоматика и робототехника: https://elibrary.ru/title_about.asp?id=63827.
2. Автоматизация в промышленности: http://avtprom.ru/.IEEE Robotics & Automation Magazine: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/RecentIssue.jsp?punumber=10

Литература для детей

Основная

1. Филиппов С.А., Робототехника для детей и родителей, 3- издание / С.А. Филиппов / СПб, «Наука». – 2013 г.

2. Копосов Д.Г., Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов / Д.Г. Копосов / М.: Бином. Лаборатория знаний. – 2014 г. – 288 с.

Дополнительная

1. Соммер Улли. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino, СПб.: БХВ-Петербург, 2013. – 256 с.
2. Хофман Михаэль. Микроконтроллеры для начинающих, СПб.: БХВ-Петербург, 2014. – 304с.
3. Том Иго. Arduino, датчики и сети для связи устройств. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 544с.
4. Петин В.В., Биняковский А.А. Практическая энциклопедия Arduino, М.: ДМК Пресс, 2016. – 152с.

Приложение 1

Базовые кейсы, входящие в программу

Кейс 0: Главное правило робототехники

Категория кейса: Вводный
Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий
Количество учебных часов, на которое рассчитан кейс: 3 часа
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 и создание аналитического обзора о роботизации.
Ход работы:
1. Знакомство с промышленной робототехникой и способами использования роботов.
2. Определение основных правила работы с робототехническим оборудованием.
3. Обсуждение основных аспектов автоматизации промышленности.
4. Анализ текущей ситуации роботизации в мире и в РФ.
5. Генерирование идеи о том, как роботизация может повлиять на экономику и социум (командах методом мозгового штурма).
6. Фиксация идеи в виде аналитических записок.
7. Создание презентации по записям.
Компетенции: умение генерировать идеи; слушать и слышать собеседника; аргументировано отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её; умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи.

Занятие 2
Цель: презентация итогов работы и обсуждение.
Ход работы:
1. Презентация командами итогов проведённой аналитической работы.
2. Общая рефлексия.

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

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.

Кейс 1: Смена плана

Категория кейса: Вводный
Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий
Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс: 4 часа
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 разлития 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 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: составить схему роботизации процесса.
Ход работы:

1. Изучение положения техники безопасности при работе в квантуме и при работе с промышленным манипулятором.
2. Распределение на команды по 4 человека.
3. Анализ проблемной ситуации;
4. Генерация идеи, используя различные методы дизайн-мышления.
5.Выявление необходимого навесного оборудования для промышленного манипулятора и обоснование своего выбора.
6.Определение возможных проблем технологического характера, возникающих при эксплуатации выбранного оборудования.
7. Определить рабочую зону оборудования.
8. Определиться со съёмочным оборудованием.
9. Выявить способы крепления съёмочного оборудования на манипуляторе.
10.Смоделирвать крепление с учётом крепёжных отверстий на фланце манипулятора.
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; развитие пространственного мышления; навыки применения знаний из курса физики, алгебры и геометрии при решении реальной проблемы; понимание механики промышленного робота; базовый уровень прототипирования.

Занятие 2
Цель: собрать готовую конструкцию и презентовать полученный результат.
Ход работы:
1. Печать трёхмерного крепления.
2.Программирование простых перемещений промышленного манипулятора.
3. Освоение команды для перемещения робота.
4.Сборка камеры и крепления.
5. Фиксация их на роботе.
6. Определение способа дистанционного включения камеры.
7.Формирвание программы траекторий перемещения камеры на фланце манипулятора.
8.Компоновка сцены для съёмки.
9.Снятие ролика.
10. Демонстрация командами снятых роликов и общая рефлексия.
Компетенции: развитие навыков программирования; навыки применения знаний из курса физики, алгебры и геометрии при решении реальной проблемы; понимание механики промышленного робота; основы ораторского искусства; опыт публичных выступлений.
Оборудование и материалы: Роботизированный учебный комплекс (манипулятор с калиброванной пневматической насадкой на конце), экшнкамера или смартфон, 3D-принтер, пластик для 3D-принтера, болты для крепления оснастки на фланце манипулятора, компьютер с САПР.

Кейс 2: Автономная 3D-печать
Категория кейса: Вводный
Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс: 7 часов

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.

Содержание занятий

Занятие 1

Цель: формализовать технологический процесс в виде машины состояний.

Ход работы:

1.Анализ проблемной ситуации;

2.Генерирование и обсуждение метода её решения и возможности достижения идеального конечного результата.

3.Определение необходимости формализации состояний оборудования и передачи сигналов о переходах между состояниями.

4.Ознакомление с идеей, заложенной в аппарате конечных автоматов.

5.Определение основных технологических единиц и этапов выполнения технологических операций.

6.Выявление возможных состояний 3D-принтера, манипулятора.

7.Определение способов передачи сигнала завершения манипулятору.

8.Составление структурной схемы.

9.Составление машины состояний агрегатов и их регуляторов.

Компетенции: умение генерировать идеи указанными методами; слушать и слышать собеседника; аргументировано отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её; умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи; умение составлять схемы технологических процессов; концептуальное понимание термина «конечный автомат», структурное мышление.

Занятие 2

Цель: разработать систему передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором и модификацировать подложки 3D-принтера.

Ход работы:

1.Изучение особенностей генерации дискретного сигнала о завершении печати.

2.Определение способа подключения к дискретному входу блока управления манипулятором.

3.Подключение к дискретному входу, тестирование работы.

4.Определение механизма выгрузки деталей после печати.

5.Проектирвка пробных деталей с модифицированными основаниями.

6.Рассмотрение вариантов модификации конструкции самой подложки, например, с возможностью замены.

Компетенции: понимание структуры системы управления промышленного манипулятора; навыки работы со сложной технической системой; системное мышление; работа в САПР; конструирование; навык решения инженерных задач с низким уровнем неопределённости.

Занятие 3
Цель: подготовить рабочий орган манипулятора и синхронизировать работу всех компонентов.
Ход работы:
1.Конструирование рабочего органа под адаптированную подложку деталей.
2.Печать спроектированной конструкции на 3D-принтере.
3.Осуществление сборки, фиксации на фланце манипулятора, калибровка.
4. Написание программы выгрузки под конкретную деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера согласно составленному конечному автомату технологического процесса.
5. Тестирование программы на манипуляторе.

Компетенции: работа в САПР; конструирование и проектирование; системное и структурное мышление; алгоритмизация технологических процессов; предначальный уровень программирования промышленных манипуляторов.

Занятие 4
Цель: публичная демонстрация результатов.
Ход работы:
1.Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом.
2.Рефлексия.
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.

Кейс 3: Светящееся время

Категория кейса: Вводный
Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий
Количество учебных часов, на которые рассчитан кейс: 10 часов

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: выявить способ роботизации процесса и создать конструкцию часов.
Ход работы:
1.Анализ проблемной ситуации
2.Составление перечня идей для решения проблемной ситуации на основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач.
3.Создание конструкции 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.
4.Консультация с представителями промдизайнквантума.
Компетенции: умение генерировать идеи указанными методами; слушать и слышать собеседника; аргументировано отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её; умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи; коммуникативность; работа в САПР; конструкторское мышление.

Занятие 2
Цель: спроектировать процесс сборки часов и нанести рисунок на часы.
Ход работы:
1.Пректировка рисунка для часов, который будет наноситься с помощью роботов.
2.Реализация рисунка на ПК в векторном виде.
3.Определение способа нанесения рисунка.
4.Проектировка способа крепления флуоресцентного маркера на фланце манипулятора.
5.Изготавление детали для часов.
6.Определение позиции каждого типа деталей в рабочей зоне манипулятора.
7.Разрабтка конструкции рабочего органа, пригодного как для сборки, так и для удержания маркера при нанесении рисунка.
Компетенции: коммуникативность; работа в САПР; конструкторское, и системное мышление; конструкторская работа.

Занятие 3
Цель: смоделировать весь процесс.
Ход работы:
1.Определение способа реализации модели процесса нанесения рисунка на часы.
2.Рассмотрение соответствующего ПО и библиотеки.
3.Изучение функционала ПО и способа сопоставления контура в CAD-системе и виртуальных перемещений манипулятора.
4. Моделирование процесса сборки часов с помощью специального ПО, смены рабочего органа, процесса несения рисунка.
5.Проверка отсутствия коллизий.
6.Перенос код на манипулятор.

Компетенции: программирование; моделирование робототехнических комплексов.

Занятие 4
Цель: реализовать рабочий орган и необходимую оснастку манипулятора и отладить программное обеспечение.
Ход работы:
1. Внесение правок в конструкции рабочих органов и оснастки манипулятора с учётом результатов моделирования.
2.Изготовление, сборка и монтировка манипулятора, рабочего пространства манипулятора.
3.Подключение рабочего органа и оснастки к цифровым/аналоговым входам и выходам манипулятора.
4.Перенос кода из среды моделирования на манипулятор.
5.Настрйка автоматической работы манипулятора на сверхмалых скоростях.
6.Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания.
Компетенции: программирование, моделирование робототехнических комплексов; работа в САПР; работа с 3D-принтером; навык сборки мехатронных узлов; навыки отладки программ; поиска и устранения ошибок в алгоритме, алгоритмическое мышление.

Занятие 5
Цель: запустить систему и публично продемонстрировать результат.
Ход работы:
1. Запуск программы в автоматическом режиме.
2.Фиксация этапов работы.
3.Подготовка материала для отчёта о проделанной работе.
4.Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом.
5.Презентация внутри квантума.
6.Рефлексия.
Компетенции: аналитическое мышление; основы ораторского искусства; опыт публичных выступлений.

Кейс 4 Праздничный набор
Категория кейса: Вводный
Место в структуре модуля: Базовый, мотивирующий
Количество учебных часов, на которые рассчитан: 10 часов
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.

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 дельтароботы, 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. 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 обучающиеся)

• Выявление потребности-отклика;
• 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: произвести постановку проблемной ситуации, осуществить поиск путей решения и составить схему роботизации процесса.
Ход работы:
1.Анализ проблемной ситуации;
2.Генерация и обсуждение метода её решения и возможности достижения идеального конечного результата.
3.Обозначение используемых технологических решений на основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач;
4. Выявление необходимого навесного оборудования для промышленного манипулятора исходя из результатов анализа проблемной ситуации и обоснование выбора.
5.Определение возможных проблемы технологического характера, возникающих при эксплуатации выбранного оборудования.
6.Определение рабочей зоны оборудования.
7.Осуществление знакомства с технологией подключения и ввода в эксплуатацию манипулятора с новой насадкой.
Компетенции: умение генерировать идеи указанными методами; слушать и слышать собеседника; аргументировано отстаивать точку зрения; искать информацию в свободных источниках и структурировать её; умение комбинировать, видоизменять и улучшать идеи; развитие пространственного мышления; навыки применения знаний из курса физики, алгебры и геометрии при решении реальной проблемы; понимание механики промышленного робота.

Занятие 2
Цель: спроектировать окружение промышленного робота и определить способы перемещения объектов.
Ход работы:
1.Проектирование в специальном программном обеспечении технологический процесс.
2.Формирование требования к рабочему пространству.
3. Определение требований к процессу захвата объектов, согласно выделенным типам объектов.
4.Выявление способа смены захватного устройства.
5.Проработка возможности создания универсального захвата.
Компетенции: интеграция промышленных манипуляторов в технологические процессы; моделирование технологических процессов; системное мышление; пространственное мышление; аналитическое мышление; поиск информации; синтез новых решений.

Занятие 3

Цель: спроектировать рабочий орган и подключить системы технического зрения.

Ход работы:

1.Приспосабление к поверхности стола робототехнической ячейки для автоматической подачи объектов манипулирования.

2.Изучение способа использования заранее подключенной и откалиброванной насадки (пневматической присоски).

3.Интегрирация в программу строки, отвечающие за включение и выключение насадки.

4.Определение способа распознавания объекта.

5.Изучение аппаратного средства, интерфейса подключения к контроллеру промышленного манипулятора.

6.Запуск тестовых алгоритмов.

Компетенции: интеграция программного обеспечения, подготовка рабочей области промышленного манипулятора. поверхностное понимание принципов работы промышленного манипулятора. Навыки программирования перемещений робота в цикле.

Занятие 4

Цель: проектирование системы отгрузки и отладить алгоритмы работы с внешними устройствами.

Ход работы:

1.Проектирвка необходимых деталей в САПР с конструкторами.

2. Работа над системами технического зрения.

3. Отладка режима работы в программном обеспечении.

4.Изучение реакции манипулятора в виртуальной среде на реальные срабатывания сенсоров.

Компетенции: навык работы с системами технического зрения; работа в САПР; командная работа; навык моделирования робототехнических систем.

Занятие 5

Цель: написать программное обеспечение, отладить программное обеспечение и запустить систему.

Ход работы:

1.Написание программы для перемещения манипулятора от точки (положение объекта) к точке (контейнер).

2.Калибровка рабочего органа.

3.Интеграция в программу строки, отвечающие за включение и выключение насадки.

4.Проведение тестовых запусков частей алгоритма в ручном режиме.

5.Настройка автоматической работы манипулятора на сверхмалых скоростях.

6.Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания.

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

7.Запуск программы в автоматическом режиме.

8.Фиксация этапов работы.

9.Подготовка материал для отчёта о проделанной работе и конструкторской документации.

Компетенции: навыки программирования перемещений робота в цикле; структурное мышление; начальные навыки подготовки конструкторской документации; аналитическое мышление.