

**Министерство образования Магаданской области**  
**Магаданское областное государственное автономное учреждение**  
**дополнительного образования**  
**«Детско-юношеский центр «Юность»**  
**Мобильный технопарк «Кванториум»**

Принята на заседании  
педагогического совета  
«05» июня 2020 г.  
Протокол № 2

«Утверждаю»  
Директор МОГАУ ДО  
«Детско-юношеский центр «Юность»  
Ю. А. Малькова  
«05» июня 2020 г.  
Приказ № 57-0 от «08» 06. 2020 г.



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ**  
**(ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ) ПРОГРАММА**  
**ТЕХНИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ**  
**«Промышленная робототехника»**

Возраст обучающихся: 11-18 лет  
Срок реализации: 72 часа

Автор-составитель:  
Герасименко Юрий  
Владимирович,  
педагог дополнительного  
образования

Магадан, 2020

## Пояснительная записка

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Промышленная робототехника» разработана в соответствии с нормативными правовыми документами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный закон от 31 июля 2020 года № 304-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации по вопросам воспитания обучающихся»;
- Указ Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 года №642 «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 мая 2015 года № 996-р «Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года»;
- Приказ министерства просвещения Российской Федерации от 09 ноября 2018 года № 196 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Приказ министерства просвещения Российской Федерации от 30 сентября 2020 года № 533 «О внесении изменений в порядок организации и осуществлении образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам, утвержденный приказом министерства просвещения Российской Федерации от 9 ноября 2018 г. №196»;
- Распоряжение министерства просвещения Российской Федерации от 17 декабря 2019 года № Р-134 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию мобильных технопарков "Кванториум" для детей, проживающих в сельской местности и малых городах, в рамках региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результата федерального проекта "Успех каждого ребёнка" национального проекта "Образование" и признании утратившим силу распоряжения Минпросвещения России от 1 марта 2019 г. N Р-25 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию и функционированию мобильных технопарков «Кванториум»»;

- Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (письмо Министерства образования и науки Российской Федерации от 18 ноября 2015 года № 09-3242);
- «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи» СП 2.4.4.3648-20 (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 сентября 2020 г. № 28);
- Устав МОГАУ ДО «Детско-юношеский центр «Юность»;
- Положение о мобильном технопарке «Кванториум».

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «Промышленная робототехника» отвечает актуальным задачам государственной политики в сфере дополнительного образования детей, призвана создать благоприятные условия для развития технических способностей детей, интереса к изобретательству и инженерной деятельности.

Настоящая общеобразовательная (общеразвивающая) программа дополнительного образования детей «Промышленная робототехника» имеет техническую направленность.

**Уровень освоения программы:** общекультурный.

### **Актуальность программы**

Автоматизация — одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующиеся технические средства и математические методы с целью освобождения человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций.

Промышленная робототехника — это инженерная дисциплина, посвящённая созданию и изучению роботов для автоматизации производственных процессов.

При разработке данной программы использована рекомендованная ФГАУ «Фонд новых форм развития образования» рабочая программа

основного общего образования по предмету «Технология» «Робототехника»  
М. А. Шереужева.

Программа рассчитана для реализации на базе мобильного технопарка «Кванториум».

Мобильный технопарк «Кванториум» – это детский технопарк, созданный на базе перевозной автомобильной станции, оборудованный как многофункциональный комплекс, позволяющий проводить занятия с использованием высокотехнологичного оборудования с детьми и подростками по актуальным научно-исследовательским и инженерно-техническим направлениям.

**Новизна** настоящей образовательной программы определяется формами и методами образовательной деятельности, а также формированием уникальной образовательной среды для развития технического мышления и изобретательской деятельности, приобретения практических навыков работы на оборудовании мобильного технопарка «Кванториум».

**Педагогическая целесообразность** настоящей программы заключается в том, что она является целостной и непрерывной в течение всего процесса обучения и позволяет обучающемуся шаг за шагом раскрывать в себе творческие возможности и самореализовываться в современном мире. Используемые формы и методы обучения позволяют вовлечь обучающихся в совместную деятельность при работе над кейсами и проектами (командообразование, понимание конечного результата во взаимодействии, обучение деловой коммуникации).

### **Отличительные особенности программы**

Программа предполагает формирование у обучающихся представлений о тенденциях в развитии технической сферы.

Особенностью данной программы является её направленность на развитие обучающихся в проектной деятельности современными методиками ТРИЗ и SCRUM с помощью современных технологий и оборудования.

Учебно-воспитательный процесс направлен на формирование и развитие различных сторон личности обучающихся, связанных с реализацией как их собственных интересов, так и интересов окружающего мира. При этом

гибкость программы позволяет вовлечь обучающихся с различными способностями. Большой объём проектных работ позволяет учесть интересы и особенности личности каждого обучающегося. Занятия основаны на личностно-ориентированных технологиях обучения, а также системно-деятельностном методе обучения.

Данная программа предполагает вариативный подход, так как в зависимости от интересов и индивидуальных особенностей обучающегося позволяет увеличить или уменьшить объём той или иной темы, в том числе и сложность, а также порядок проведения занятий.

Соревнования: «Кванториада», конкурсы молодых профессионалов, хакатоны, партнёрские конкурсы, RoboCup@Home, RoboCup@Work и др.

На каждом этапе обучения не исключён выход учащихся на собственные проекты и переход между уровнями обучения.

Программа предполагает вариативную реализацию в зависимости от условий на площадке. В связи с регулярным передвижением мобильного технопарка «Кванториум» часть программы реализуется в очном формате с доступом к высокотехнологичному оборудованию. Наставник мобильного технопарка (педагог дополнительного образования) обучает работе на оборудовании, использованию программного обеспечения, руководит проектной деятельностью обучающихся.

Оставшаяся часть программы реализуется в дистанционном формате в форме дистанционного сопровождения, консультирования обучающихся.

**Возраст обучающихся – 11-18 лет.**

**Наполняемость групп:** до 15 человек, группы разновозрастные, состав постоянный.

**Режим занятий:** в очной форме в период пребывания мобильного технопарка «Кванториум» в течение учебного года согласно графику посещения агломерации; в заочной форме – согласно графику дистанционного сопровождения программ.

**Условия приема на программу:** без особых условий, по желанию обучающихся.

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

**Задачи:**

- через экскурс в историю развития промышленной робототехники сформировать понимание причин и необходимости повсеместной роботизации производств;
- дать представление о сферах применения промышленных роботов за рубежом и на территории РФ;
- ознакомить с существующими тенденциями в робототехнике и уровне развития техники и технологий применительно к роботизации производств;
- изучить структуру и функционал промышленных роботов на примере промышленного манипулятора.

**Формы работы:**

- практическое занятие;
- занятие-соревнование;
- воркшоп (рабочая мастерская – групповая работа, где все участники активны и самостоятельны);
- консультация;
- выставка.

**Методы обучения, используемые на занятиях:**

- практические (упражнения, решение практических задач);
- словесные (рассказ, беседа, инструктаж, чтение справочной литературы);
- наглядные (демонстрация мультимедийных презентаций, фотографий);
- проблемный (метод проблемного изложения) — обучающимся даётся часть готового знания;
- эвристический (частично-поисковый) — обучающимся предоставляется большая возможность выбора вариантов;
- исследовательский — обучающиеся сами открывают и исследуют знания;

- кейс-метод, метод проектной деятельности, датаскаутинг.

**Методы познания:** конкретизация и абстрагирование, синтез и анализ, сравнение, обобщение, классификация, систематизация, индукция и дедукция.

Программа реализуется:

- в непрерывно-образовательной деятельности, совместной деятельности, осуществляемой в ходе режимных моментов, где обучающийся осваивает, закрепляет и апробирует полученные умения;
- в самостоятельной деятельности обучающихся, где каждый из них может выбрать деятельность по интересам, взаимодействовать со сверстниками на равноправных позициях, решать проблемные ситуации и др.

**Ключевые темы программы:**

- Цель роботизации сфер деятельности человечества. Особенности промышленных роботов для производственной автоматизации.
- Конструкция промышленного манипулятора. Состав системы управления.
- Программирование промышленных роботов. С помощью пульта, онлайн и офлайн. Использование САМ-пакетов при работе с промышленным роботом.
- Использование стандартных инструментов для решения задач в рамках собственного проекта (учебного кейса).

**Ограничения:**

- Каковы основные причины автоматизации и роботизации на производстве?
- На каких работах используются промышленные роботы?
- Какие способы классификации промышленных роботов существуют?
- Что такое манипулятор? Чем робот отличается от манипулятора?
- Что такое кинематическая цепь и кинематическая схема? Назовите хотя бы один тип манипуляторов с замкнутой кинематической цепью.
- Чем автоматическая система отличается от автоматизированной системы?

- Что является верхним и нижним уровнями системы управления робота; какие аналогии можно провести с нервной системой человека?
- Какие подсистемы входят в состав системы управления роботом?
- Могут ли промышленные роботы работать вместе с людьми? Ответьте развёрнуто.
- Что приводит робота в движение?
- С помощью чего можно отследить перемещение каждого сочленения робота?
- Что такое промышленный контроллер?
- Какое программное обеспечение управляет промышленным роботом? Что такое операционная система реального времени и в чём её отличие от обычной операционной системы?
- Какие способы программирования промышленного робота вы знаете?
- Перечислите компании, которые участвуют в рынке ритейла и имеют автоматизированные склады. Какие типы роботов применяются на их складах?
- Что такое кинематика и динамика робота? Какие параметры можно выделить для промышленного робота?

### **Требования к результатам освоения программы**

Программа направлена на повышение уровня знаний обучающихся о современных методах применения промышленных роботов в производстве; развитие навыков программирования, конструирования и инженерного проектирования; формирование интереса обучающихся к повышению уровня знаний в сфере роботизации промышленности; формирование начального уровня компетентности в сфере промышленной робототехники.

Результаты освоения обучающимися данной программы должны соотноситься с ее целью и задачами.

Освоение содержания программы должно способствовать формированию у обучающихся универсальных и предметных компетенций.

#### Универсальные 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.

#### Предметные 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 работу 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.

### **Система оценки достижения планируемых результатов освоения программы**

Виды контроля:

- текущий контроль, проводимый во время занятий;
- промежуточный контроль, проводимый по завершении крупных тем, разделов;
- итоговый контроль, проводимый после завершения всей учебной программы.

Формы контроля:

- индивидуальный;
- групповой;
- фронтальный.

Методы проверки результатов:

- наблюдение за деятельностью обучающихся в процессе работы;
- игры;
- индивидуальные и коллективные творческие работы;
- беседы с обучающимися.

Формы подведения итогов:

- выполнение практических работ;
- защита проекта;
- дискуссия.

Для оценивания деятельности обучающихся используются инструменты само- и взаимооценки.

Основным методом текущего контроля является наблюдение.

Промежуточная аттестация проводится в форме выполнения практических работ, защиты проектов, дискуссий.

Итоговая аттестация проводится в мобильном технопарке «Кванториум» в форме защиты индивидуальных или групповых проектов.

Основные цели текущего, промежуточного и итогового контроля – определение уровня освоения содержания программы на том или ином этапе прохождения программы, определение эффективности оказанного педагогического воздействия.

### Учебно-тематический план

№ п/п	Название раздела, темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
<b>Введение. Кейс 0: главное правило робототехники</b>					
1.	Знакомство. Инструктаж, техника безопасности, знакомство с оборудованием. Терминология и правила работы.	1		1	Опрос
2.	Введение в образовательную программу.	1	1	2	Опрос
3.	Аналитический обзор о роботизации.		2	2	
4.	Презентация итогов работы и обсуждение.		1	1	
<b>Промышленный манипулятор: ТБ, структура, функционал, программирование простейших перемещений. Кейс 1: смена плана</b>					
5.	Ознакомление с промышленным роботом, постановка проблемной ситуации и поиск идей для решения задач в рамках проблемной ситуации.		2	2	Опрос, наблюдение
6.	Составление схемы роботизации процесса.		2	2	Наблюдение
7.	Сбор готовой конструкции.		2	2	Наблюдение
8.	Презентация полученного артефакта. Обсуждение итогов работы.		2	2	Презентация, рефлексия
<b>Работа с контроллером промышленного манипулятора. Кейс 2. Автономная 3D-печать</b>					
9.	Знакомство с промышленной робототехникой.	1	1	2	Опрос
10.	Формализация технологического процесса в виде машины состояний.	1	1	2	Опрос
11.	Разработка системы передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором.		2	2	Наблюдение
12.	Модификация подложки 3D-принтера.		2	2	Наблюдение, анализ

13.	Подготовка рабочего органа манипулятора.		2	2	Наблюдение, опрос
14.	Синхронизация работы всех компонентов.		2	2	Наблюдение
15.	Публичная демонстрация результатов.		2	2	Опрос, рефлексия
<b>Рабочий инструмент промышленного манипулятора.</b>					
<b>Кейс 3. Светящееся время</b>					
16.	Выявление способа роботизации процесса.	1	1	2	Опрос
17.	Создание конструкции часов.		2	2	Наблюдение
18.	Реализация процесса нанесения рисунка на часы.		2	2	Наблюдение
19.	Проектирование процесс сборки часов.		2	2	Анализ, наблюдение
20.	Определение способа моделирования процесса.		2	2	Опрос
21.	Моделирование всего процесса.		2	2	Наблюдение, опрос
22.	Реализация рабочего органа и необходимой оснастки манипулятора.		2	2	Наблюдение
23.	Отладка программного обеспечения.		2	2	Наблюдение
24.	Запуск системы.		2	2	Наблюдение, анализ
25.	Публичная демонстрация результатов.		2	2	Рефлексия
<b>Автоматизированная сортировка. Кейс 4: праздничный набор.</b>					
26.	Знакомство с промышленной робототехникой.	1	1	2	Опрос
27.	Составление схемы роботизации процесса.	1	1	2	Наблюдение, анализ
28.	Проектирование окружения промышленного робота.		2	2	Анализ
29.	Определение способов перемещения объектов.		2	2	Наблюдение
30.	Проектирование рабочего органа.		2	2	Наблюдение
31.	Подключение системы технического зрения.		2	2	Наблюдение
32.	Проектирование системы отгрузки.		2	2	Анализ, наблюдение
33.	Отладка алгоритмов работы с внешними устройствами.		2	2	Наблюдение
34.	Написание программного обеспечения.		2	2	Наблюдение
35.	Отладка программного обеспечения.		2	2	Наблюдение, рефлексия
36.	Запуск системы.		2	2	Демонстрация, рефлексия
37.	Публичная демонстрация результатов. Подведение итогов работы		2	2	Анализ результатов, рефлексия
<b>Итого</b>		<b>7</b>	<b>65</b>	<b>72</b>	

## Содержание программы

### Введение. Кейс 0: главное правило робототехники

#### Занятие 1. Знакомство. Инструктаж.

Знакомство учащихся в группе. Инструктаж по правилам поведения учащихся. Инструктаж по технике безопасности. Знакомство учащихся с планом работы и учебной программой.

#### Занятие 2. Введение в образовательную программу.

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

**Описание:** знакомство с промышленной робототехникой, способами использования роботов. Обсуждение, почему робот всегда сильнее человека. Определение основных правил работы с робототехническим оборудованием. Обсуждение основных аспектов автоматизации промышленности. Формирование перечня вопросов для анализа 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 3. Аналитический обзор о роботизации.

**Цель:** создание аналитического обзора о роботизации.

**Описание:** 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 4. Презентация итогов работы и обсуждение.**

**Цель:** презентация итогов аналитической работы и обсуждение.

**Описание:** 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.

**Промышленный манипулятор: ТБ, структура, функционал, программирование простейших перемещений. Кейс 1: смена плана.**

**Занятие 5. Ознакомление с промышленным роботом, постановка проблемной ситуации и поиск идей для решения задач в рамках проблемной ситуации.**

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

**Описание:** 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 6. Составление схемы роботизации процесса.**

**Цель:** составление схемы роботизации процесса.

**Описание:** исходя из результатов анализа проблемной ситуации, выявление необходимого навесного оборудования для промышленного манипулятора и обоснование выбора. Определение возможных проблем технологического характера, возникающие при эксплуатации выбранного оборудования. Определение рабочей зоны оборудования. Выбор съёмочного оборудования. Выявление способов крепления съёмочного оборудования на манипуляторе. Моделирование крепления 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 7. Сбор готовой конструкции.**

**Цель:** сбор готовой конструкции.

**Описание:** печать трёхмерного крепления. Программирование простых перемещений промышленного манипулятора. Освоение команды для перемещения робота на языке KRL. Сбор камеры и крепления. Фиксация их на роботе. Определение способа дистанционного включения камеры. Формирование программы траекторий перемещения камеры на фланце манипулятора. Компонировка сцены для съёмки. Съёмка ролика.

**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 8. Презентация полученного артефакта.**

**Цель:** презентация полученного артефакта. Обсуждение итогов работы.

**Описание:** подготовка презентации. Демонстрация командами снятых ими роликов. 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.



## **Работа с контроллером промышленного манипулятора. Кейс 2: автономная 3D-печать**

### **Занятие 9. Знакомство с промышленной робототехникой.**

**Цель:** знакомство с промышленной робототехникой, постановка проблемной ситуации и осуществление поиска путей решения.

**Описание:** 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. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач определение необходимости 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 10. Формализация технологического процесса в виде машины состояний.**

**Цель:** формализация технологического процесса в виде машины состояний.

**Описание:** знакомство с идеей, заложенной в аппарате конечных автоматов. Определение основных технологических единиц и этапов выполнения технологических операций. Выявление возможных состояний 3D-принтера, манипулятора. Определение способов передачи сигнала завершения манипулятору. Составление структурной схемы. Составление машины состояний агрегатов и их регуляторов.

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

## **Занятие 11. Разработка системы передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором.**

**Цель:** разработка системы передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором.

**Описание:** изучение особенности генерации дискретного сигнала о завершении печати, например, с помощью концевого выключателя (при окончании печати подложка опускается и замыкает выключатель). Определение способа подключения к дискретному входу блока управления манипулятором. Подключение к дискретному входу, тестирование работы.

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

## **Занятие 12. Модификация подложки 3D-принтера.**

**Цель:** модификация подложки 3D-принтера.

**Описание:** определение механизма выгрузки деталей после печати. Проектирование пробных деталей с модифицированными основаниями. Ознакомление с вариантами модификации конструкции самой подложки, например, с возможностью замены.

**Компетенции:** работа в САПР, конструирование, навык решения инженерных задач с низким уровнем неопределённости.

## **Занятие 13. Подготовка рабочего органа манипулятора.**

**Цель:** подготовка рабочего органа манипулятора.

**Описание:** конструирование рабочего органа под адаптированную подложку деталей. Печать спроектированной конструкции на 3D-принтере. Осуществление сборки, фиксации на фланце манипулятора. Калибровка.

**Компетенции:** работа в САПР, конструирование и проектирование.

## **Занятие 14. Синхронизация работы всех компонентов.**

**Цель:** синхронизация работы всех компонентов.

**Описание:** согласно составленному конечному автомату технологического процесса создаётся программа выгрузки под конкретную

деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера. Тестирование и отладка программы на манипуляторе.

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

### **Занятие 15. Публичная демонстрация результатов.**

**Цель:** публичная демонстрация результатов.

**Описание:** 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.

### **Рабочий инструмент промышленного манипулятора. Кейс 3. Светящееся время**

#### **Занятие 16. Выявление способа роботизации процесса.**

**Цель:** выявление способа роботизации процесса.

**Описание:** 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. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач генерация перечня 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 17. Создание конструкции часов.**

**Цель:** создание конструкции часов.

**Описание:** 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. Консультация с представителями промдизайн-квартала.

**Компетенции:** коммуникативность, работа в САПР, конструкторское мышление.

### **Занятие 18. Реализация процесса нанесения рисунка на часы.**

**Цель:** реализация процесса нанесения рисунка на часы.

**Описание:** для спроектированных часов придумывается рисунок, который будет наноситься с помощью роботов. Рисунок реализуется на ПК в векторном виде. Определяется способ нанесения рисунка. Проектируется способ крепления флуоресцентного маркера на фланце манипулятора.

**Компетенции:** коммуникативность, работа в САПР, конструкторское мышление.

### **Занятие 19. Проектирование процесс сборки часов.**

**Цель:** проектирование процесса сборки часов.

**Описание:** изготовление деталей для часов. Определение позиции каждого типа деталей в рабочей зоне манипулятора. Разработка конструкции рабочего органа, пригодного как для сборки, так и для удержания маркера при нанесении рисунка.

**Компетенции:** системное мышление, структурное мышление, конструкторская работа.

## **Занятие 20. Определение способа моделирования процесса.**

**Цель:** определение способа моделирования процесса.

**Описание:** определение способа реализации модели процесса нанесения рисунка на часы. Ознакомление с соответствующим ПО и открытыми библиотеками. Изучение функционала ПО и способы сопоставления контура в CAD-системе и виртуальных перемещений манипулятора.

**Компетенции:** программирование, моделирование робототехнических комплексов.

## **Занятие 21. Моделирование всего процесса.**

**Цель:** моделирование всего процесса.

**Описание:** с помощью специального ПО моделируется процесс сборки часов, смена рабочего органа, процесс несения рисунка. Проверка отсутствия коллизий. Перенос кода на манипулятор.

**Компетенции:** программирование, моделирование робототехнических комплексов.

## **Занятие 22. Реализация рабочего органа и необходимой оснастки манипулятора.**

**Цель:** реализация рабочего органа и необходимой оснастки манипулятора.

**Описание:** с учётом результатов моделирования внесение правок в конструкции рабочих органов и оснастки манипулятора. Изготовление, сборка и монтаж манипулятора и рабочего пространства манипулятора. Подключение рабочего органа и оснастки к цифровым/аналоговым входам и выходам манипулятора.

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

## **Занятие 23. Отладка программного обеспечения.**

**Цель:** отладка программного обеспечения.

**Описание:** перенос кода из среды моделирования на манипулятор. Настройка автоматической работы манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания.

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

#### **Занятие 24. Запуск системы.**

**Цель:** запуск системы.

**Описание:** запуск программы в автоматическом режиме. Фиксация этапов работы. Подготовка материалов для отчёта о проделанной работе. Подготовка КД.

**Компетенции:** начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

#### **Занятие 25. Публичная демонстрация результатов.**

**Цель:** публичная демонстрация результатов.

**Описание:** 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.

#### **Автоматизированная сортировка. Кейс 4: праздничный набор.**

#### **Занятие 26. Знакомство с промышленной робототехникой.**

**Цель:** знакомство с промышленной робототехникой, постановка проблемной ситуации и поиск путей решения.

**Описание:** 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. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач обозначение используемого технологического 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 27. Составление схемы роботизации процесса.**

**Цель:** составление схемы роботизации процесса.

**Описание:** исходя из результатов анализа проблемной ситуации выявление необходимого навесного оборудования для промышленного манипулятора и обоснование выбора. Определение возможных проблем технологического характера, возникших при эксплуатации выбранного оборудования. Определение рабочей зоны оборудования. 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 28. Проектирование окружения промышленного робота.**

**Цель:** проектирование окружения промышленного робота.

**Описание:** проектирование технологического процесса в специальном программном обеспечении. Формирование требований к рабочему пространству.

**Компетенции:** интеграция промышленных манипуляторов в технологические процессы, моделирование технологических процессов, системное мышление, пространственное мышление.

### **Занятие 29. Определение способов перемещения объектов.**

**Цель:** определение способов перемещения объектов.

**Описание:** согласно выделенным типам объектов определение требований к процессу захвата объектов. Выявление способа смены захватного устройства. Проработка возможности создания универсального захвата.

**Компетенции:** аналитическое мышление, поиск информации, синтез новых решений.

### **Занятие 30. Проектирование рабочего органа.**

**Цель:** проектирование рабочего органа.

**Описание:** приспособление поверхности стола робототехнической ячейки для автоматической подачи объектов манипулирования. Изучение способов использования заранее подключенной и откалиброванной насадки (пневматической присоски). Интеграция в программу строки, отвечающий за включение и выключение насадки.

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

### **Занятие 31. Подключение системы технического зрения.**

**Цель:** подключение системы технического зрения.

**Описание:** определение способов распознавания объекта. Изучение аппаратных средств, интерфейсов подключения к контроллеру промышленного манипулятора. Запуск тестовых алгоритмов.

**Компетенции:** поверхностное понимание принципов работы промышленного манипулятора. Навыки программирования перемещений робота в цикле.

### **Занятие 32. Проектирование системы отгрузки.**

**Цель:** проектирование системы отгрузки.

**Описание:** проектирование необходимых деталей в САПР с конструкторами. Программисты работают над СТЗ.

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

### **Занятие 33. Отладка алгоритмов работы с внешними устройствами.**

**Цель:** отладка алгоритмов работы с внешними устройствами.



**Описание:** в программном обеспечении отладка режимов работы. Проверка реакции манипулятора в виртуальной среде на реальные срабатывания сенсоров.

**Компетенции:** навык моделирования робототехнических систем.

#### **Занятие 34. Написание программного обеспечения.**

**Цель:** написание программного обеспечения.

**Описание:** написание программы для перемещения манипулятора от точки (положение объекта) к точке (контейнер). Калибровка рабочего органа. Интеграция в программу строк, отвечающих за включение и выключение насадки. Тестовые запуски частей алгоритма в ручном режиме.

**Компетенции:** навыки программирования перемещений работа в цикле. Структурное мышление.

#### **Занятие 35. Отладка программного обеспечения.**

**Цель:** отладка программного обеспечения.

**Описание:** настройка автоматической работы манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания.

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

#### **Занятие 36. Запуск системы.**

**Цель:** запуск системы.

**Описание:** запуск программы в автоматическом режиме. Фиксация этапов работы. Подготовка материалов для отчёта о проделанной работе. Подготовка КД.

**Компетенции:** начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

#### **Занятие 37. Публичная демонстрация результатов. Подведение итогов работы.**

**Цель:** публичная демонстрация результатов.

**Описание:** 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.

### **Материально-техническое обеспечение программы**

Материально-техническое обеспечение (оборудование, расходные материалы на учебный год) дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы «Введение в основы алгоритмизации в средах визуального программирования и создание «умных» устройств» – согласно инфраструктурному листу, утвержденному федеральным оператором сети детских технопарков «Кванториум».

### **Критерии оценивания**

Защита проекта на промежуточной и итоговой аттестации обучающихся осуществляется по критериям оценки проектных работ (Приложение 1).

### **Методическое обеспечение программы**

Образовательный процесс в мобильном технопарке «Кванториум» организуется в очной и дистанционной формах.

#### ***Методы обучения и воспитания***

Методы обучения: словесный, наглядный практический; объяснительно-иллюстративный, репродуктивный, частично-поисковый, исследовательский проблемный; игровой, дискуссионный, проектный, метод кейсов.

Методы воспитания: убеждение, поощрение, упражнение, стимулирование, мотивация, пример.

#### ***Формы организации образовательного процесса***

Индивидуально-групповая – занятия педагог ведет уже не с одним учеником, а с целой группой разновозрастных детей, уровень подготовки которых может быть различным.

Групповая - работа в группах может обеспечить глубокое, осмысленное обучение. Преимущество групповой работы состоит в том, что в совместной работе можно справиться с более сложным заданием, развить навыки командной работы.

#### ***Формы организации учебного занятия:***

- тренинг;
- кейс-стади;
- ролевая игра;
- креативные группы;
- работа в парах;
- обмен опытом;
- мозговой штурм;
- тематические обсуждения;
- презентация;
- мастер-класс;
- эксперимент;
- конференция.

#### ***Педагогические технологии***

Виды педагогических технологий, используемых в рамках образовательной программы:

- технология группового обучения;
- технология коллективного взаимообучения;
- технология развивающего обучения;
- технология исследовательской деятельности;
- технология проектной деятельности;
- технология игровой деятельности.

#### ***Алгоритм учебного занятия***

1. Организационный момент;

2. Объяснение задания: введение в проблему и обсуждение, изучение проблемы, определение тематики;
3. Практическая часть занятия;
4. Подведение итогов;
5. Рефлексия.

### ***Дидактические материалы***

Видео- и аудиоматериалы, иллюстрации, таблицы, задания с проблемными вопросами, задания на развитие воображения и творчества, экспериментальные задания, памятки.

### **Источники информации**

1. Шонесси, Адриан. Как стать дизайнером, не продав душу дьяволу / Адриан Шонесси. – СПб. : Питер, 2010. – 300 с.
2. Лидтка, Ж. Думай как дизайнер. Дизайн-мышление для менеджеров / Жанна Лидтка, Тим Огилви. – М. : Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 280 с.
3. Джанда, Майкл. Сожги свое портфолио! То, чему не учат в дизайнерских школах. – СПб. : Питер, 2013. – 350 с.
4. Кливер, Фил. Чему вас не научат в дизайн-школе / Ф. Кливер. – М. : РИПОЛ Классик, 2014. – 225 с.
5. <http://designet.ru/>.
6. <http://www.cardesign.ru/>.
7. <https://www.behance.net/>.
8. <http://www.notcot.org/>.
9. <http://mocoloco.com/>.
10. Шереужев, М. А. Промробоквантум тулкит / М. А. Шереужев. – 2-е издание. – М. : Фонд новых форм образования, 2019.

**Критерии оценки проектных работ (проектное решение, изготовленный продукт, прототип) обучающихся мобильного технопарка «Кванториум» по завершению дополнительной общеобразовательной (общеразвивающей) программы**

<b>№</b>	<b>Критерий</b>	<b>Показатель</b>	<b>Балл</b>
1.	Целеполагание	1.Цель отсутствует, задачи не сформулированы, проблема не обозначена	0
		2.Цель обозначена в общих чертах, задачи сформулированы не конкретно, проблема не обозначена	1
		3.Цель однозначна, задачи сформулированы конкретно, проблема не актуальна: либо уже решена, либо актуальность не аргументирована	2
		4.Цель однозначна, задачи сформулированы конкретно, проблема обозначена, актуальна; актуальность проблемы аргументирована	3
2.	Планирование работы, ресурсное обеспечение проекта	1.Отсутствует план работы. Ресурсное обеспечение проекта не определено. Способы привлечения ресурсов в проект не проработаны	0
		2.Есть только одно из следующего: 1) План работы, с описанием ключевых этапов и промежуточных результатов, отражающий реальный ход работ; 2) Описание использованных ресурсов; 3) Способы привлечения ресурсов в проект	1
		3.Есть только два из следующего: 1) План работы, с описанием ключевых этапов и промежуточных результатов, отражающий реальный ход работ; 2) Описание использованных ресурсов; 3) Способы привлечения ресурсов в проект	2
		4.Есть: подробный план, описание использованных ресурсов и способов их привлечения для реализации проекта	3
3.	Качество результата	1.Нет описания достигнутого результата. Нет подтверждений (фото, видео) полученного результата. Отсутствует	0

		программа и методика испытаний. Не приведены полученные в ходе испытаний показатели назначения	
		2. Дано описание достигнутого результата. Есть видео и фото-подтверждения работающего образца/макета/модели. Отсутствует программа и методика испытаний. Испытания не проводились	1
		3. Дано подробное описание достигнутого результата. Есть видео и фото-подтверждения работающего образца/макета/модели. Приведена программа и методика испытаний. Полученные в ходе испытаний показатели назначения не в полной мере соответствуют заявленным	2
		4. Дано подробное описание достигнутого результата. Есть видео и фото-подтверждения работающего образца/макета/модели. Приведена программа и методика испытаний. Полученные в ходе испытаний показатели назначения в полной мере соответствуют заявленным	3
4.	Самостоятельность работы и уровень командной работы	1. Участник не может описать ход работы над проектом, нет понимания личного вклада и вклада других членов команды. Низкий уровень осведомлённости в профессиональной области.	0
		2. Участник может описать ход работы над проектом, выделяет личный вклад в проект, но не может определить вклад каждого члена команды. Уровень осведомлённости в профессиональной области, к которой относится проект не достаточен для дискуссии	1
		3. Участник может описать ход работы над проектом, выделяет личный вклад в проект, но не может определить вклад каждого члена команды. Уровень осведомлённости в профессиональной области, к которой относится проект достаточен для дискуссии.	2
		4. Участник может описать ход работы	3

		над проектом, выделяет личный вклад в проект и вклад каждого члена команды. Уровень осведомлённости в профессиональной области, к которой относится проект, достаточен для дискуссии.	
--	--	--	--

Для оценки качества проекта подсчитывается среднее значение сумм баллов, выставленных экспертами (не менее 3 экспертов).

Результат определяется следующими показателями:

4-5 баллов – низкое,

6-8 баллов – среднее,

9-12 баллов – высокое.