

Государственное профессиональное образовательное учреждение  
Ярославской области  
Ярославский градостроительный колледж



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор колледжа  
Зуева М.Л.  
«15 августа 2019 г.»

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ  
ПРОГРАММА

**«Промышленная робототехника»**

Введено в действие с 15 августа 2019г.

Номер экземпляра: _____  Место хранения: _____	<b>Возраст обучающихся:</b> 12-18 лет
	<b>Срок реализации:</b> 1 год
	<b>Направленность:</b> техническая
	<b>Срок реализации:</b> 144 часа

г. Ярославль, 2019 г.

## Лист согласования

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
«Промышленная робототехника»****СОГЛАСОВАНО:****Методическим советом  
ГПОУ ЯО Ярославского  
градостроительного колледжа**

«08» августа 2019 г.

Протокол № 6

  
подписьЗуева М.Л.

Фамилия И.О.

Организация – разработчик: ГПОУ ЯО Ярославский градостроительный колледж,  
структурное подразделение «Кванториум»

Автор разработки:

Кружков Роман Сергеевич - педагог дополнительного образования,

Исаева Светлана Николаевна – зам.руководителя структурного подразделения

«Кванториум»,

Гусева Наталья Александровна – методист структурного подразделения

«Кванториум»,

Орехова Юлия Михайловна – педагог по англ.языку,

Милешин Роман Валерьевич – педагог по математике.

**Реестр рассылки**

№ учтенного экземпляра	Подразделение	Количество копий
1.	Структурное подразделение «Кванториум»	1
2.	Педагог дополнительного образования	1
Размещено	Сайт колледжа/ Дополнительное образование/Кванториум Портал ПФДО	



### **1.1. Нормативно-правовые основы разработки программы**

Настоящая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Промышленная робототехника» (далее - программа) разработана с учетом:

- Федерального закона от 29.12.12 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказа Министерства образования и науки Российской Федерации (Минобрнауки России) от 09 ноября 2018 г. № 196 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Концепции развития дополнительного образования детей в Российской Федерации, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 4.09.2014 г. № 1726-р;
- санитарно-эпидемиологическими правил и нормативов 2.4.4.3172-14 «Требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ от 04.07.2014 г. № 41);
- Государственной программы РФ «Развитие образования на 2013-2020 годы, утвержденной постановлением Правительства РФ от 15.04.2014 г. № 295;
- Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года, утвержденным распоряжением Правительства РФ от 08.12.2011 года № 2227-р;
- Федеральной целевой программы развития образования на 2016-2020 годы, утвержденной Постановлением Правительства РФ от 23.05.2015 года № 497;
- Постановления правительства ЯО № 527-п 17.07.2018 «О внедрении системы персонифицированного дополнительного образования детей в Ярославской области»;
- Приказа департамента образования ЯО от 07.08.2018 №19-п «Об утверждении правил персонифицированного финансирования ДОО»;
- Устава государственного профессионального образовательного учреждения Ярославской области Ярославского градостроительного колледжа.

### **1.2. Направленность программы**

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Промышленная робототехника» относится к программам технической направленности.

### **1.3. Цели и задачи образовательной программы**

**Цель** - формировать у обучающихся устойчивый интерес и практические навыки в области промышленной робототехники посредством кейсовой системы обучения и проектно-исследовательской деятельности учащихся.

#### **Задачи.**

#### **Обучения:**

- познакомить с основами мехатроники и робототехники;
- обучить принципам разработки и проектирования интеллектуальных робототехнических систем и комплексов;
- изучить принципы проектирования, функционирования и эксплуатации робототехнических комплексов, применяемых в промышленности;
- изучить основы проектирования и конструирования роботов по принципу «от простого к сложному»;
- изучить функциональные возможности и методы применения деталей, узлов, информационных систем и устройств роботов;
- изучить алгоритмы программирования промышленных роботов;
- систематизировать знания в области промышленной робототехники;
- познакомить со способами проектной, исследовательской, научной деятельности, планирования и выполнения учебного и конкурсного проекта.

**Развития:**

- стимулировать интерес к техническим наукам и в частности к промышленной робототехнике;
- развивать память, внимание, логическое, пространственное и аналитическое мышление, креативность и лидерство;
- развивать критическое мышление, креативные способности и коммуникативные умения;
- стимулировать познавательную и творческую активность обучающихся посредством включения их в различные виды соревновательной и публичной деятельности;
- развивать способности к инженерно-конструкторской, исследовательской и проектной деятельности;
- выявлять и развивать навыки Soft skills: умения генерировать идеи, слушать и слышать собеседника, аргументированно обосновывать свою точку зрения, критическое мышление и умение объективно оценивать свои результаты.

**Воспитания:**

- формировать конструктивное отношение к проектной работе и развивать умение командной работы, координацию действий;
- расширять кругозор и культуру, межкультурную коммуникацию;
- воспитывать уважение к интеллектуальному и физическому труду;
- подготовить осознанный выбор дальнейшей траектории обучения в «Кванториуме»;
- выявлять и повышать готовность к участию в соревнованиях разного уровня.

**1.4. Актуальность, новизна и значимость 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.

Всё больше наблюдается рост зависимости жизни современного человека от достижений научно-технического прогресса. Востребованность инженерно-технических кадров становится как никогда актуальной проблемой современного общества и государства. В связи с этим предпринимаются различные попытки развития научно-технического потенциала инженерных кадров с помощью внедрения принципиально новых подходов к организации образовательного процесса. От образовательного процесса требуется, с одной стороны, формирование личностных и межличностных компетенций ребёнка, таких как критическое мышление, коммуникабельность, командность, креативность и т. д.; с другой стороны, формирование базовых технических и инженерных навыков, знаний и умений. Большинство способов организации образовательного процесса, формирующего личностные и межличностные компетенции, основываются на деятельностном подходе и проектных методах. Одним из путей развития инженерно-технических навыков обучающихся является применение робототехники в образовательном процессе в качестве прикладной дисциплины, комплексно сочетающей в себе ряд основных инженерных специальностей. К тому же на данный момент робототехника является одной из наиболее востребованных и развивающихся специальностей: большинство её аспектов включено в различные направления Национальной технологической инициативы (НТИ).

Для реализации вышесказанного в сети детских технопарков «Кванториум» применяется принципиально новый подход, основывающийся на комплексном решении, включающем специализированное оборудование и методические материалы инженерной

направленности, нацеленные на создание инновационных элементов системы дополнительного образования детей в области робототехники с акцентом на современные задачи промышленности.

Настоящая общеразвивающая программа разработана на основе методических рекомендаций по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» и реализуется на новом образовательном подходе: погружение ребенка в насыщенную техносферу проектной, исследовательской и соревновательной деятельности. ДООП «Промышленная робототехника» воплощает идею Промробо-квантума по выявлению и подготовке мотивированных школьников, готовых к освоению современных робототехнических средств и созданию технологий будущего на основе получения навыков программирования, конструирования и инженерного проектирования. Сформированный интерес обучающихся в сфере роботизации промышленности, знания и навыки, предлагаемые программой, становятся инструментом для саморазвития личности, формирования познавательного интереса у обучающихся, готовности к исследовательской и изобретательской деятельности, формирования способности к нестандартному мышлению и принятию решений в условиях неопределенности.

### **1.5 Отличительные особенности образовательной программы.**

К отличительным особенностям настоящей программы относятся модульная и кейсовая система обучения, проектная деятельность обучаемого, освоение навыков XXI века.

К модульной системе обучения относятся вводный и развивающий модули, которые в свою очередь содержат ряд определенных кейсов, ориентированных на получение базовых компетенций в сфере промышленной робототехники.

Развивающий модуль предназначен для обогащения обучающихся знаниями и умениями, фундаментальными для инженерных способностей по дисциплинам: прикладная математика, шахматы, проектная деятельность, английский язык.

### **1.6 Категория обучающихся:**

Данная образовательная программа разработана для работы с обучающимися от 12 до 18 лет (5-11 классы). Программа предусматривает отбор мотивированных детей для участия в соревнованиях регионального и более высокого уровня. Программа не адаптирована для обучающихся с ОВЗ.

### **1.7 Условия и сроки реализации образовательной программы.**

К занятиям допускаются дети без специального отбора.

Наполняемость группы не менее 8 и не более 14 человек.

Режим занятий: 2 раза в неделю по 2 академических часа (по 45 минут) с 10 минутным перерывом, 1 занятие в неделю отводится на развивающий блок программы.

Объем учебной нагрузки в год – 144 часа, в неделю – 4 часа. Продолжительность учебного года – 36 недель, в том числе: в основном блоке вводный модуль – 72 часа; в развивающем блоке - 72 часа, в том числе математика (20 часов), шахматы (20 часов), английский язык (20 часов), проектная деятельность (12 часов).

Занятия проводятся в кабинете Промробо-квантума, оборудованном согласно санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам СанПиН 2.4.4.3172-14 "Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей".

Форма обучения – очная, с использованием дистанционных технологий, ИКТ. Форма занятий - групповая, по подгруппам, в парах. Виды занятий указаны в разделе 4.

Форма аттестации – промежуточная, с применением различных видов контроля.

### **1.8 Примерный календарный учебный график**

*График занятий по программе утверждается локальными актами Ярославского  
градостроительного колледжа*

Месяц	Раздел программы	Кол-во часов	Место проведения
Сентябрь-апрель	Вводный модуль.	72	ЯГК Промробо-квантум
Сентябрь-декабрь	Шахматы. Технический английский.	40	ЯГК
Январь-май	Проектная деятельность. Прикладная математика.	32	ЯГК

### 1.9. Планируемые результаты и способы определения результативности образовательного процесса.

#### Планируемые результаты вводного модуля:

1. Знание правил техники безопасности при работе с компьютерной техникой и промышленными манипуляторами.
2. Понимание глобальных тенденций роботизации и позиции РФ;
3. Понимание сути терминов «автоматизация», «автоматика», «роботизация», «манипулятор», «звено», «сочленение», «система управления», «гибкое производство», «бережливое производство»; устройства промышленного манипулятора
3. Уверенное использование промышленного манипулятора в проекте в качестве устройства ориентации и позиционирования в рамках учебного кейса;
4. Уверенное использование цифровых портов ввода/вывода промышленного манипулятора в учебном кейсе.
5. умение описать производственный процесс в виде машины состояний;
6. знание и понимание основных методов и инструментов производственной автоматизации;
7. умение рассчитать геометрические характеристики промышленного манипулятора;
6. умение пользоваться пультом управления промышленным манипулятором;
8. умение программного включения периферийного оборудования.

#### Планируемые результаты развивающего модуля

В результате освоения блока «Английский язык» обучающиеся научатся:

● знать и понимать:

1. значения новых лексических единиц, связанных с инженерно-технической тематикой и с соответствующими ситуациями общения;
2. языковой материал: идиоматические выражения, оценочную лексику, единицы речевого этикета, обслуживающие ситуации общения в рамках новых тем;
3. лингвострановедческую и страноведческую информацию, расширенную за счет новой тематики и проблематики речевого общения, с учетом выбранного профиля.

В области говорения обучающиеся научатся:

- вести диалог (диалог-расспрос, диалог-обмен мнениями);
- рассказывать, рассуждать в связи с изученной тематикой, проблематикой прочитанных и прослушанных текстов, описывать события, излагать факты, делать сообщения.

В области аудирования обучающиеся научатся:

- понимать относительно полно высказывания на изучаемом иностранном языке в различных ситуациях общения;
- понимать основное содержание аутентичных аудио- или видеотекстов познавательного характера, выборочно извлекать из них необходимую информацию.

В области чтения обучающиеся научатся:

- читать аутентичные тексты разных стилей (публицистические, художественные, научно-популярные, прагматические, а также несложные специальные тексты, связанные с инженерно-технической тематикой), используя основные виды чтения.

В области письма обучающиеся научатся:

- описывать явления, события, излагать факты в письме личного и/или делового характера;
- заполнять анкеты и личные данные.

**В результате освоения блока «Прикладная математика» обучающиеся будут знать и понимать:**

- с теорию графов; задачу Эйлера; теорию множеств и области ее применения, назначение комбинаторики и способы ее использования;

**применять** математические методы в выбранной сфере технологий.

**В результате освоения блока «Шахматы» обучающиеся смогут**

**знать** элементарные понятия о шахматной игре; стратегию и тактику шахматной партии **уметь** ориентироваться на шахматной доске; играть каждой фигурой в отдельности и в совокупности с другими фигурами без нарушения правил шахматного кодекса; объявлять шах, мат; решать элементарные задачи на мат в один ход, участвовать в турнирах.

**В результате освоения блока «Проектная деятельность» обучающиеся будут знать и понимать:**

технологии проектирования, жизненный цикл проекта;

**уметь** распределять роли и ответственность за разделы и этапы проекта;

взаимодействовать с заказчиком и внутри проектной команды;

презентовать проект разной аудитории.

**Способы отслеживания результатов освоения программы учащимися:**

- промежуточная аттестация по окончанию модуля;
- контрольные задания по окончанию темы;
- педагогическое наблюдение в ходе занятий;
- психологическая диагностика;
- командные зачеты;
- участие в соревнованиях различного уровня.

## 2. Учебно-тематический план программы «Промышленная робототехника»

### Основной блок

#### 2.1 Вводный модуль

№	Раздел и темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Вводный раздел: терминология и правила работы в Промробо-квантуме. Кейс «Главное правило робототехники».	3	3	6	Контрольное задание
2	Промышленный манипулятор: ТБ, структура, функционал, программирование простейших перемещений. Кейс «Смена плана»	2	6	8	Контрольное задание
3	Работа с контроллером промышленного манипулятора. Кейс «Автономная 3D печать»	4	10	14	Контрольное задание
4	Рабочий инструмент промышленного манипулятора. Кейс «Светящееся время»	4	16	20	Контрольное задание
5	Автоматизированная сортировка. Кейс «Праздничный набор».	4	20	24	Контрольное задание
	<b>Итого</b>			<b>72</b>	

### Развивающий модуль

#### Английский язык

№	Раздел и темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
<b>1</b>	<b>Технический английский</b>				
1.1.	Мир профессий	1	5	6	Защита проекта
1.2.	Научно-технический прогресс в России и за рубежом	-	6	6	
1.3.	Компьютерные технологии и	-	6	6	

	виртуальная реальность				
<b>1.4.</b>	Итоговый контроль	-	2	2	
	<b>Итого</b>	1	19	<b>20</b>	

### Проектная деятельность

№	Раздел и темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Проектирование как способ решения проблемы	1	1	2	Дискуссия
2	Этапы и условия проектирования	1	1	2	Контрольное задание
3	Цель и результаты проекта		2	2	Контрольное задание
4	Проектная команда		2	2	-
5	Участие в конкурсах проектов		4	4	Защита проекта
	<b>Итого</b>			<b>12</b>	

### Прикладная математика

№	Раздел и темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Вводное занятие. Введение в предмет.	1	1	2	Опрос
2	История прямоугольной декартовой системы координат и область применения. Прямоугольная декартова система координат на плоскости. Генерация идей и поиск решения.	1	1	2	Контрольное задание
3	Другие виды систем координат и их применение. Представление результатов в виде творческих работ.	1	1	2	Контрольное задание
4	Знакомство с историей теории графов. Задача Эйлера.	1	1	2	Контрольное задание
5	Творческие задания (составить с помощью графа семантическую сеть, логические задачи с моделированием ориентированного,	1	1	2	Контрольное задание

	неориентированного и взвешенного графа). Поиск решения проблемы. Задача на оптимизацию.				
6	Логика и теория множеств.	1	1	2	Контрольное задание
7	Элементы теории множеств и операции над множествами.	1	1	2	Контрольное задание
8	Области применения теории множеств, представление результатов в виде творческих работ.	1	1	2	Контрольное задание
9	Комбинаторика и шахматная доска.	1	1	2	Контрольное задание
10	Комбинаторика и вероятность. Области применения комбинаторики.	1	1	2	Контрольное задание
	<b>Итого</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	

### Шахматы

№	Раздел и темы	Количество часов			Форма контроля
		Теория	Практика	Всего	
1	Шахматная доска	1		<b>1</b>	Фронтальные опросы и наблюдения Участие в турнире
2	Шахматные фигуры	2	3	<b>5</b>	
3	Шах, Мат, Пат	2	3	<b>5</b>	
4	Дебют. Эндшпиль.	2	3	<b>5</b>	
5	Турниры		4	<b>4</b>	
	<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	

## 3. Содержание образовательной программы.

### 3.1 Вводный модуль обучения

**Тема 1. Вводный раздел: терминология и правила работы в квантуме. Первый кейс «Главное правило робототехники» - 6 часов**

**Теория:** Значение промышленной робототехники, способы использования роботов. Принципы работы системы управления промышленным манипулятором. Происхождение слова «робот». Главное правило робототехники. Автоматизация в промышленности.

**Практика:** Техника безопасности в Промробо-квантуме. Разработка презентации по теме «Происхождение роботов и робототехники». Распределение по командам. Подготовка сообщений по теме «Тенденции роботизации». Создание аналитического обзора о роботизации. Мозговой штурм идей «Как роботизация может повлиять на экономику и социум».

**Самостоятельная работа.** Поиск статистической информацией. Аргументы «за» и «против» о глобальных целях роботизации и повсеместного внедрения искусственного интеллекта. Анализ роботизации в мире и в РФ.

**Тема 2. Промышленный манипулятор: ТБ, структура, функционал, программирование простейших перемещений. 2 кейс: «Смена плана» - 8 часов**

**Теория:** Значение промышленной робототехники, способы использования роботов. Принципы работы системы управления промышленным манипулятором. Механика промышленных роботов. 3D моделирование и печать. Видеосъемка, монтаж.

**Практика:** Опрос «Техника безопасности в Промробо-квантуме». Задание: Программирование схемы роботизированного процесса. Разработка сценария съемки. Отбор оборудования на основе алгоритма перемещений для съемки местности будущим роботом. Интегративное занятие в хайтек-цехе «Печать на 3D принтере крепления для камеры». Работа в группах: программирование роботизированного съемочного процесса. Монтаж снятого материала. Разработка презентации своего снятого ролика.

**Тема3. Работа с контроллером промышленного манипулятора. 3 кейс: «Автономная 3D-печать» - 14 часов**

**Теория:** Принципы работы системы управления промышленным манипулятором. Механика промышленных роботов. Работа с контроллером промышленного манипулятора.

**Практика:** Составление автомата технологического процесса. Разработка и изображение детали для печати. Программирование выгрузки под конкретную деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера. Тестирование алгоритмов.

**Самостоятельная работа:** Разработка презентаций «дискретный вход манипулятора», «передача сигналов манипулятору». Публичное выступление «Автоматизация процесса контроля печати, извлечения готовых деталей из 3D-принтера и подготовки к печати новых деталей».

**Тема 4. Рабочий инструмент промышленного манипулятора. Кейс 4: «Светящееся время» - 20 часов**

**Теория:** Принципы работы системы управления промышленным манипулятором. Механика промышленных роботов. 3D моделирование и печать. САПР. САД-система. Программирование манипуляторов.

**Практика:** Мозговой штурм «Роботизация процесса изготовления часов». Поиск и использование информации. Изготовление деталей часов на 3D принтере и станка с лазерным гравером. Работа в векторном редакторе. Отработка навыков в ПО САПР и САД-системы. Сборка часов. Украшение часов. Публичная презентация «Светящиеся часы».

**Тема 5. Автоматизированная сортировка. Кейс 5: «Праздничный набор» - 24 часа**

**Теория:** Методы автоматизации и роботизации процессов транспортировки грузов, виды и конструкция манипуляционных роботов. Знакомство с математическим аппаратом, применяемым при описании кинематики манипуляционных роботов. Знакомство с понятиями «рабочая зона манипулятора», «звено», «шарнирное и телескопическое сочленение», «система координат».

**Практика:** Диспут о достижениях отечественной и зарубежной транспортировочной техники. Работа в группах: планирование решения выбранной проблемы. Составление технологической карты. Отбор эксплуатационных параметров робота на основе сравнения (рабочее пространство, зона сервиса, мобильность и т.д.). Тестирование пневматической вакуумной присоски. Создание программы для совершения операции транспортировки грузов. Демонстрация робота в командном зачете.

**Самостоятельная работа:** Подготовка презентации «Опыт создания сортировочных линий в промышленности».

**3.2. Развивающий модуль****1. Технический английский****Тема 1. Мир профессий**

*Теория:* основные правила чтения, интонация повествовательного предложения, звуки и транскрипция; интонация вопросительного и восклицательного предложений.

*Практика:* повторение и закрепление грамматического материала (глагол «быть» и «иметь», основные видовременные формы глагола, повелительное наклонение, числительные), введение и закрепление лексического материала по изучаемым подтемам, слова и выражения для составления автобиографии, составление диалога этикетного характера и диалога-расспроса, заполнение анкеты, чтение аутентичных текстов по изучаемой теме, монологическое высказывание по теме с аргументацией собственного мнения, мини эссе по теме, аудирование с извлечением запрашиваемой информации.

### **Тема 2. Научно-технический прогресс в России и за рубежом**

*Практика:* повторение и закрепление грамматического материала (имя существительное, наречие, условное наклонение первого типа, виды вопросов, повелительное наклонение, страны и национальности), введение и закрепление лексического материала по изучаемым подтемам, чтение аутентичных текстов с разной степенью понимания содержания, прослушивание аутентичных текстов с разной целью, составление рассказа по плану, письменное описание работы устройства по образцу.

### **Тема 3. Компьютерные технологии и виртуальная реальность**

*Практика:* повторение и закрепление грамматического материала (степени сравнения прилагательных, местоимения (разные виды), предлоги, модальные глаголы), введение и закрепление лексического материала по изучаемым подтемам, чтение аутентичных текстов с разной степенью понимания содержания, прослушивание аутентичных текстов с разной целью, составление диалога-расспроса, подготовка инструктажа по технике безопасности.

### **Тема 4. Итоговый контроль**

*Практика:* защита проекта по одной из предложенных тем.

## **2. Проектная деятельность**

### **Тема 1. Проектирование как способ решения проблемы.**

*Теория.* История, терминология и задачи проектирования. Виды проектов.

*Практика.* Задание «Представь идею проекта».

### **Тема 2. Этапы и условия проектирования.**

*Теория.* Жизненный цикл проекта. Проблемная ситуация, ее виды. Этапы проектирования: описание проблемы, разработка способов ее решения (моделирование), прогнозирование, сравнение вариантов, проверка модели, создание прототипа, реализация проекта, оценка эффективности. Стартап.

*Практика.* Встречи с успешными «стартаперами». Ролевая игра «Техзадание». Воркшоп.

### **Тема 3. Цель и результаты проекта**

*Практика.* Анализ требований к цели в условиях реального проекта (задания Кванториады). Описание параметров результата командного проекта. Дерево целей.

Работа в проектных командах над постановкой цели и описанием результата проекта. Планирование работы над проектом.

### **Тема 4. Проектная команда**

*Практика.* Игра «Лидер и аутсайдер». Игровые задания на совместимость и кооперацию. Форсайт «Проектная команда в различных отраслях экономики». Дискуссия «Команда мечты». Командный зачет «Предпроектное решение».

### **Тема 5. Участие в конкурсах проектов**

*Практика.* Подготовка проектов к требованиям соревнований. Оформление проектов. Участие в соревнованиях.

## **3. Прикладная математика.**

**Тема 1.** Вводное занятие. Введение в предмет.

**Теория:** Вводный инструктаж «Охрана труда на занятиях. Правила поведения на занятиях». Перспективы применения приобретённых знаний.

**Практика:** Занимательные задания на развитие интереса к дисциплине (видео ролики «Математика вокруг нас», «Мир без математики», «Зачем нужна геометрия?»).

**Тема 2.** История прямоугольной декартовой системы координат и область применения. Прямоугольная декартова система координат на плоскости. Генерация идей и поиск решения.

**Теория:** Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. Определения, основные обозначения

**Практика:** Задачи древности, с историческим содержанием, нахождение расстояний до удаленных предметов, координат различных объектов по широте и долготе.

**Тема 3.** Другие виды систем координат и их применение. Представление результатов в виде творческих работ.

**Теория:** ПДСК и сферическая системы координат

**Практика:** Применение систем координат в жизни. Моделирование собственной задачи и представление результатов в MS Excel

**Тема 4.** Знакомство с историей теории графов. Задача Эйлера.

**Теория:** Знакомство с понятиями «граф», «вершины и ребра графа», «изолированная вершина», «полный граф». Задача Эйлера. Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы.

**Практика:** Мозговой штурм. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения

**Тема 5.** Творческие задания (составить с помощью графа семантическую сеть, логические задачи с моделированием ориентированного, неориентированного и взвешенного графа). Поиск решения проблемы. Задача на оптимизацию.

**Практика:** составление логической задачи с помощью графа, задачи на рукопожатие, представление задач в виде алгоритма, иерархические информационные модели. Задания на нахождение кратчайшего пути и подсчет всех путей прохода из пункта А в В. Моделирование собственной задачи и представление результатов в MS Excel

**Тема 6.** Логика и теория множеств.

**Теория:** Основные определения, обозначения и свойства логики высказываний

**Практика:** Знакомство с кейсом, представление поставленной проблемы. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения. Задание на проверку истинности высказываний, составление таблицы истинности

**Тема 7.** Элементы теории множеств и операции над множествами.

**Теория:** Операции над множествами, основные обозначение.

**Практика:** Моделирование задач и равенств с помощью кругов Эйлера-Венна

**Тема 8.** Области применения теории множеств, представление результатов в виде творческих работ.

**Практика:** Двоичный код. Области практического применения теории множеств. Моделирование собственной задачи и представление результатов в MS Excel

**Тема 9.** Комбинаторика и шахматная доска.

**Теория:** Комбинаторика. Перестановки. Число сочетаний.

**Практика:** Задачи на поиск количества возможных ходов шахматных фигур на шахматной доске.

**Тема 10.** Комбинаторика и вероятность. Области применения комбинаторики.

**Теория:** Знакомство с основными понятиями теории вероятности, представление поставленной проблемы.

**Практика:** Мозговой штурм. Анализ проблемы, генерация и обсуждение методов ее решения. Задания на события, с подкидыванием монеты и игральной кости. Области



Кейс-метод позволяет совершенствовать универсальные навыки (soft-компетенции), которые оказываются крайне необходимы в реальном рабочем процессе.

**Оценка образовательных результатов по итогам освоения программы проводится в форме промежуточной аттестации.** Основная форма аттестации - презентация проектов обучающихся и др.

Возможные проекты:

- Презентация по итогам первого кейса вводного модуля, представленная на общем семинаре.
- Ролик, снятый с резкой сменой планов.
- Изготовленный корпус робота на 3D принтере
- Модель промышленного робота, презентация своего проекта.

Оценка результатов проектной деятельности производится по трём уровням:

«высокий»: проект носил творческий, самостоятельный характер и выполнен полностью в планируемые сроки;

«средний»: учащийся выполнил основные цели проекта, но проект имеет место недоработки или отклонения по срокам;

«низкий»: проект не закончен, большинство целей не достигнуты.

Оценка образовательных результатов развивающего модуля проводится в формах контрольного задания, опроса, участия в соревнованиях, турнирах, конкурсах. Результаты развивающего блока рассматриваются как интегрированные в метапредметные и личностные компетенции обучающихся.

### *Мониторинг образовательных результатов*

Система отслеживания, контроля и оценки результатов обучения по данной программе имеет три основных критерия:

1. Надежность знаний и умений – предполагает усвоение терминологии, способов и типовых решений в сфере квантума.
2. Сформированность личностных качеств – определяется как совокупность ценностных ориентаций в сфере квантума, отношения к выбранной деятельности, понимания ее значимости в обществе.
3. Готовность к продолжению обучения в Кванториуме – определяется как осознанный выбор более высокого уровня освоения выбранного вида деятельности, готовность к соревновательной и публичной деятельности.

Критерий «Надежность знаний и умений» предусматривает определение начального уровня знаний, умений и навыков обучающихся, текущий контроль в течение занятий модуля, итоговый контроль. Входной контроль осуществляется на первых занятиях с помощью наблюдения педагога за работой обучающихся. Текущий контроль проводится с помощью различных форм, предусмотренных кейсами или дисциплинами. Цель текущего контроля – определить степень и скорость усвоения каждым ребенком материала и скорректировать программу обучения, если это требуется. Итоговый контроль проводится в конце каждого модуля или дисциплины развивающего блока. Итоговый контроль определяет фактическое состояние уровня знаний, умений, навыков ребенка, степень освоения материала по каждому изученному разделу и всей программе объединения. Формы подведения итогов обучения: контрольные упражнения и тестовые задания; защита индивидуального или группового проекта; выставка работ; соревнования; взаимооценка обучающимися работ друг друга.

Критерий «Сформированность личностных качеств» предполагает выявление и измерение социальных компетенций: осознанности деятельности, ценностного отношения к деятельности, интереса и удовлетворенности познавательных и духовных потребностей. Предусмотрена психологическая диагностика и психологическая поддержка,

педагогическое и психологическое наблюдение, проведение тестирования, анкетирования и других способов изучения личности.

Критерий «Готовность к продолжению обучения в Кванториуме» является временным в первом цикле реализации программы. Предполагает сформированность установки на продолжение образования в Кванториуме по иным модулям разного уровня сложности. Также учитывает готовность ребенка к публичной деятельности и участию в соревнованиях через использование методов социальных проб, наблюдения и опроса.

Каждый критерий имеет показатели, на которые ориентированы оценочные средства (комплект методических, психодиагностических и контрольно-измерительных материалов), примеры которых приведены в приложении 1.

Среди инструментов оценки образовательных результатов применяются:

- промежуточная аттестация по окончанию модуля на основе требования Положения о промежуточной и итоговой аттестации детского технопарка «Кванториум»;
- контрольные задания по окончанию кейса или темы на основе тулкета «Промробо-квантум» (Приложение 2);
- психолого-педагогическое наблюдение в ходе занятий на основе диагностической карты (приложение 3);
- психологическая диагностика на основе программы психологического сопровождения обучающихся детского технопарка;
- командные зачеты по требованиям дисциплины «Проектная деятельность»;
- участие в соревнованиях различного уровня по стандартам «Кванториады».

#### **4.2. Материально-техническое обеспечение программы.**

В состав перечня оборудования Промробо-квантума входят учебные робототехнические комплексы на основе промышленных манипуляционных роботов и оборудование:

Базовый набор для инженерного творчества

Ресурсный набор для инженерного творчества – 7 шт.

Аккумуляторная батарея базового набора

Зарядное устройство – 7 шт.

Средний мотор базового набора для инженерного творчества – 7 шт.

45544 Образовательное решение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 – 7 шт.

45560 Ресурсный набор LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 – 7 шт.

45506 Датчик цвета EV3 – 7 шт.

45504 Ультразвуковой датчик EV3 – 7шт.

45544 Образовательное решение LEGO® MINDSTORMS® Education EV3 – 7шт.

Дополнительный набор для конструирования роботов из пластика для соревнования – 1 шт.

Набор для конструирования образовательных моделей промышленных и мобильных роботов – 6 шт.

Набор для изучения информационных систем и устройств учебных промышленных роботов – 6 шт.

Набор для конструирования моделей промышленных робототехнических комплексов – 4 шт.

Образовательный робототехнический комплект для разработки многокомпонентных мобильных и промышленных роботов – 1 шт.

Ресурсный робототехнический комплект для разработки многокомпонентных мобильных и промышленных роботов – 1 шт.

Набор для конструирования мехатронных моделей промышленных роботов – 1шт.

Учебный комплект для разработки и изучения автономных мобильных роботов и транспортно-логистических систем – 4 шт.

Образовательный робототехнический комплект для разработки многокомпонентных робототехнических систем со сложной кинематикой, манипуляционных и андройдных роботов – 1 шт

Образовательный робототехнический комплект для создания автономных систем, набор для соревнований по мобильной робототехнике – 1 шт.

Учебный комплект для разработки и изучения автономных мобильных роботов и транспортно-логистических систем AR-AMR-EDU-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки автономных мобильных роботов – 1шт.

Учебно-лабораторный комплект для разработки и изучения манипуляционных роботов с угловой кинематикой. AR-RTK-ML-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки манипуляционных роботов с угловой кинематикой – 1шт.

Учебно-лабораторный комплект для разработки и изучения манипуляционных роботов с плоско-параллельной кинематикой AR-RTK-PML-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки манипуляционных роботов с плоско-параллельной кинематикой – 1 шт.

Учебный комплект на базе промышленного ангулярного манипуляционного робота KUKA – 1 шт.

Учебно-лабораторный комплект для разработки и изучения манипуляционных роботов с DELTA кинематикой. AR-RTK-DML-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки манипуляционных роботов с дельта кинематикой – 1шт.

Датчик считывания жестов.- 2 шт.

HD Web-камера – 3шт.

Роутеры – 2шт.

WI-FI-адаптеры для подключения ноутбуков к высокочастотным Wi-Fi 5ГГц – 2 шт.

Удлинитель usb для подключения web-камер – 2 шт.

Ethernet-кабели Для подключения ip-камер к роутеру – 2шт.

IP-камеры для применения видеозрения удаленно – 2шт.

Камера объемного зрения для применения технологий объемного зрения – 2 шт.

Учебный комплект начального уровня для проектирования и конструирования роботов RM-УРТК-01 – 1 шт.

Учебный комплект продвинутого уровня для проектирования и конструирования шасси роботов с omni и mecaum кинематикой RM-DMR-EDU-01- 1 шт.

Учебный комплект продвинутого уровня для проектирования и конструирования колесных и гусеничных роботов RM-DMR-EDU-02 -1шт.

Набор для создания универсальной производственной ячейки с 3D печатью, лазерной и фрезерной гравировкой и резкой -1 шт.

*Расходные материалы:*

Набор запасных частей LME 1

Набор запасных частей LME 2

Набор запасных частей LME 3

Набор запасных частей LME 4

Набор запасных частей LME 5

Набор запасных частей LME 6

Набор запасных частей LME 7

Набор запасных частей LME 8

Аккумуляторы AA Аккумулятор NiMH AA 2500 мАч – 30 шт.

Батарейки "Крона"- 30 шт.

Батарейки CR2032 – 30 шт.

Батарейки AA – 100 шт.

Батарейки AAA – 30 шт.

Биполярный транзистор – 50шт.

Изолента – 5 шт.

Клей для клеевого пистолета – 5 пачек.  
Клей столярный – 3 шт.  
Контроллер Arduino Mega – 12 шт.  
Контроллер Arduino Nano – 16 шт.  
Контроллер Arduino UNO – 20 шт.  
Маркеры перманентные с тонким стержнем- 6 шт.  
Монтажные платы, печатные – 20шт.  
Набор резисторов – 5 наборов.  
Набор светодиодов-10 наборов.  
Набор электролитических конденсаторов- 10 шт.  
Однопереходный транзистор- 50 шт.  
Переменный резистор (потенциометр)- 50шт.  
Перчатки – 50 шт.  
Пластик для 3D-принтера PLA – 1 шт.  
Припой ПОС-61 – 10 шт.  
Провода монтажные – 10 метров.  
Провода соединительные (папа-папа, мама-мама, папа-мама) – 10 пачек.  
Светодиод RGB – 100 шт.  
Супер-клей – 15 шт.  
Трубка термоусадочная (3 - 10 мм) – 10пачек.  
Флюс ЛТИ-120 – 10 шт.  
Фольгированный стеклотекстолит односторонний – 20шт.  
Фоторезистор – 50 шт.  
Халат рабочий, детский – 20 шт.  
Хлорное железо – 2 банки.  
*Компьютерное и презентационное оборудование, программное обеспечение:*  
Интерактивная панель Newline TruTouch TT-7518RS – 1 шт.  
Мобильное крепление для интерактивного комплекса Стойка мобильная для ТВ 55"-100", фикс., VESA макс. 1000x600мм, до 100 кг [DSM-P106C – 1шт.  
Интерактивный флипчарт SMART karr 42 – 1 шт.  
МФУ Kyocera m2040dn – 1шт.  
Ноутбук HP 250 G7 Core i3-7020U 2.3GHz,15.6" FHD (1920x1080) AG,8Gb DDR4(1),256GB SSD,DVDRW,41Wh,2.1kg,1y,Silver,Win10Pro – 15 шт.  
Документ-камера Документ-камера DIGIS DDC-10M (10 Мп, А3/А4/А5, видео 30 fps, гибкий держатель, автофокус) – 1 шт.  
Вебкамера Logitech Webcam HD Pro C270, 3MP, 1280x720, Rtl, [960-000636/960-001063] – 1 шт.  
Колонки для компьютера Genius Колонки SP-L160 – 1 шт.  
Тележка для хранения ноутбуков Тележка Schoollbox – 1 шт.  
Карта памяти Флеш накопитель 64GB Transcend JetFlash, USB 3.0 – 3шт.  
Накопитель для хранения информации. Внешний жесткий диск 1TB Transcend StoreJet, 2.5", USB 3.0, противоударный – 6 шт.  
Планшеты Samsung T835 GALAXY Tab S4 10.5 LTE black 64Gb SAM-SM-T835NZKASER – 3 шт.  
Телефоны Samsung A920 Galaxy A9 2018 (требуется проверить совместимость с роботом) – 3 шт.  
USB зарядный удлинитель. Кабель-удлинитель USB2.0 USB A(m) - USB A(f), 1.8м, серый – 3 шт.  
Кабель USB Type-C Кабель DEXP USB Type-C - USB черный 1 м – 3 шт.

Высокопроизводительные ноутбуки HP ProBook 470 G5 Core i7-8550U 1.8GHz, 17.3" FHD (1920x1080) AG, nVidia GeForce 930MX 2Gb DDR3, 16Gb DDR4(2), 512Gb SSD Turbo, 1Tb 5400, 48Wh LL, FPR, 2.5kg, 1y, Silver, Win10Pro – 1 шт.

Bluetooth клавиатура с тачпадом Logitech Wireless Keyboard K400 Plus, Black – 2 шт.

Программное обеспечение RoboDK – 1 шт.

Визуализация исполнения программ роботами, подготовка к соревнованиям, симуляция спортивных полигонов робототехнических соревнований. – 1 лицензия.

Программное обеспечение RobotC – 1 лицензия.

Офисное программное обеспечение MS Office Edu – 15 лицензий.

Операционная система MS Win 10 Pro Edu – 15 лицензий.

*Дополнительное учебное оборудование:*

Оловоотсосы – 20 шт.

Осциллограф цифровой, 2 канала x 50МГц, USB, ЖК дисплей – 1 шт

Пинцеты 125мм – 30 шт.

Нож-скальпель 145см, d=8мм – 3 шт.

### **4.3. Кадровое обеспечение программы**

Программу реализуют несколько педагогических работников:

основной блок (вводный и углубленный модуль) – педагоги дополнительного образования Промробо-квантума;

развивающий блок – педагоги дополнительного образования по профилю;

формы промежуточной аттестации могут быть организованы педагогом-организатором или методистами;

работа над командными проектами, участие в соревнованиях и конференциях предусматривает сотрудничество с Хайтек-цехом, наставниками от работодателей, инженером-преподавателем.

## **5. Список литературы и иных источников**

### **Основная литература для педагога:**

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 для педагога:**

1. Иванов В.А., Медведев В.С. Математические основы теории оптимального и логического управления — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. — 600 с.

2. Крейг Д. Введение в робототехнику. Механика и управление // Изд-во «Институт компьютерных исследований», 2013. — 564 с.

3. Основы теории исполнительных механизмов шагающих роботов / А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков, Б.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2010. — 170 с.

4. Проектирование систем приводов шагающих роботов с древовидной кинематической системой: учебное пособие для вузов / Л.А. Каргинов, А.К. Ковальчук, Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 116 с.

5. Робототехнические системы и комплексы / Под ред. И.И. Мачульского — М.: Транспорт, 1999. — 446 с.

6. Справочник по промышленной робототехнике т.1 / Под ред. Ш. Нофа — М.: Машиностроение, 1989. — 480 с.

7. Бурдаков С.Ф., Дьяченко В.А., Тимофеев А.Н. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов — М.: Высшая школа, 1986. — 264 с.

8. Шахинпур М. Курс робототехники: учебник для вузов / Под ред. С.Л. Зенкевича — М.: Мир, 1990. — 527 с.

9. Воротников С.А. Информационные устройства робототехнических систем — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. — 384 с.

10. Пупков К.А., Коньков В.Г. Интеллектуальные системы — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.
11. Математическое моделирование систем приводов роботов с древовидной кинематической структурой: учебное пособие для вузов / Д.Б. Кулаков и др. — М.: Изд-во «Рудомино», 2008. — 64 с.
12. Springer Handbook of Robotics, 2016.

#### **Интернет-ресурсы для обучающихся**

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. Англоязычный форум о роботах в строительстве: <https://forum.robotsinarchitecture.org/>. 6. DIY: <https://www.thingiverse.com/>.
7. Arduino: <https://www.arduino.cc/>.
8. Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.org/>.
9. 3D-модели: <https://grabcad.com>.
10. Сайт производителя КУКА: <https://www.kuka.com>.
11. Курсы: ИИ в робототехнике: <https://www.udacity.com/course/artificial-intelligence-for-robotics--cs373>.
12. Наностепень по робототехнике: <https://www.udacity.com/course/robotics-nanodegree--nd209>.
13. Автономные мобильные роботы: <https://courses.edx.org/courses/course-v1:ETHx+AMRx+1T2015/course/>.
14. Механика и управление роботами ч.1: <https://www.edx.org/course/robot-mechanics-control-part-i-snu446-345-1x>.
15. Механика и управление роботами ч.2: <https://www.edx.org/course/robot-mechanics-control-part-ii-snu446-345-2x>.
16. Стэнфордский курс введения в робототехнику: <https://see.stanford.edu/Course/CS223A>.
17. Открытая платформа по изучению робототехники: <https://robotacademy.net.au/>.
18. Онлайн-курс «Инновации в промышленности: мехатроника и робототехника»: <https://www.coursera.org/learn/innovationsin-industry-robotics>.

## Контрольно-измерительные материалы

### Промробо-квантум

#### 1-й год обучения

#### Примеры вопросов и заданий по критерию «Надежность знаний и умений»

##### 1 уровень

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. Что такое кинематическая цепь и кинематическая схема? Назовите хотя бы один тип манипуляторов с замкнутой кинематической цепью.
6. Чем автоматическая система отличается от автоматизированной системы?
7. Что является верхним и нижним уровнями системы управления робота; какие аналогии можно провести с нервной системой человека?
8. Какие подсистемы входят в состав системы управления роботом?
9. Могут ли промышленные роботы работать вместе с людьми? Ответьте развёрнуто.
10. Что приводит робота в движение?
11. С помощью чего можно отследить перемещение каждого сочленения робота?
12. Что такое промышленный контроллер?
13. Какое программное обеспечение управляет промышленным роботом? Что такое операционная система реального времени и в чём её отличие от обычной операционной системы?
14. Какие способы программирования промышленного робота вы знаете?
15. Перечислите компании, которые участвуют в рынке ритейла и имеют автоматизированные склады. Какие типы роботов применяются на их складах?
16. Что такое кинематика и динамика робота? Какие параметры можно выделить для промышленного робота?

##### 2 уровень

1. Почему у большинства универсальных промышленных манипуляторов, как правило, шесть степеней свободы, а у покрасочного — пять?
2. На больших роботах можно заметить, что несколько приводов располагаются рядом на одном звене, при этом все сочленения отрабатывают необходимое движение с ожидаемой точностью. Через какие элементы механики робота у производителей получается передавать движение от двигателя на звено так точно?
3. Все знают, что манипулятор экскаватора перемещается за счёт изменения давления в гидроцилиндрах. Какие исполнительные механизмы используются в промышленной автоматизации, какой они физической природы и где в повседневности можно встретить устройства, работающие по тем же признакам?
4. Промышленные роботы созданы для того, чтобы перемещать или перемещаться, совершая полезную работу рабочим инструментом. Какие типы перемещений происходят в сочленениях манипулятора. Какие типы сочленений уникальны для каждого типа кинематической схемы манипулятора?
5. Зачем промышленным роботам работать «в реальном времени»?
6. Что такое «машина состояний» и «конечный автомат»? Как эти понятия связаны с промышленной робототехникой?

##### 3 уровень

1. Опишите в виде диаграммы состояний логический уровень системы управления манипулятором при сортировке болтов, гаек и шайб из общего конвейера. Реализуйте программу с помощью пульта программирования.
2. Подключите к цифровому входу манипулятора вакуумную присоску. Откалибруйте рабочий инструмент по трём точкам. Напишите программу для реализации задачи бережной упаковки оптических дисков с включением и отключением вакуумной присоски через цифровой вход манипулятора.
3. Спроектируйте с помощью САПР приспособление для фиксации баллончика с краской на фланце манипулятора. Распечатайте механические части на 3D-принтере. Оснастите их необходимой электроникой для связи с блоком управления манипулятором. Обеспечьте интегрируемость разработанного устройства.
4. С помощью пакета офлайн-программирования сгенерируйте код программы перемещений манипулятора, передайте код на блок управления манипулятора.

#### **4 уровень**

1. Научите промышленного робота с помощью системы технического зрения распознавать выражения лиц людей и рисовать соответствующие эмодзи на сувенирной продукции или одежде.
2. Сконструируйте поворотную ось и подключите её к системе управления манипулятором. Создайте с помощью промышленного манипулятора трёхмерный спирограф для объектов вращения. Предусмотрите возможность распознавания типа объектов.
3. С помощью промышленного манипулятора создайте ячейку для автоматизированной сборки ПК.
4. Автоматизируйте внутреннюю логистику для своего технопарка «Кванториум», где по запросу обучающихся расходные материалы для занятий будут доставляться в нужный квантум из склада хайтека.

## Приложение 2

**Методический инструментарий наставника**

Материал представлен на сайте [www.roskvantorium.ru](http://www.roskvantorium.ru) **Промробоквантум тулкит**. Мадин Артурович Шереужев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2019 –60 с.

**Как учим?**

Вводный модуль — первый шаг на пути к качественному росту знаний о роли промышленной робототехники в современном производстве и перспективных направлениях развития в сфере роботизации промышленности. Формирование навыков работы с промышленным роботом, рабочими органами, оснасткой и специализированным программным обеспечением. Первый и второй уровень ограничений. Углублённый модуль — рост уровня осведомлённости и компетентности обучающегося. Разработка многокомпонентных программно-аппаратных решений в рамках образовательных кейсов. Третий уровень ограничений.

Командные проекты — реальные заказы от технологических партнеров с возможностью перехода из проекта в проект.

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

**Формы работы:**

1. Групповые и индивидуальные лабораторные работы.
2. Исследовательские работы обучающихся.
3. Практические работы.
4. Проектные работы.
5. Экскурсии.
6. Образовательные межпредметные экспедиции.
7. Организационно-деятельностные игры.
8. Внутренние и внешние конференции обучающихся.

**Чему учим?**

В соответствии с современными тенденциями развития техники и технологии, а также необходимостью адаптации образовательного процесса к обучению и профессиональному самоопределению обучающихся в наиболее приоритетных инженерно-технических специальностях будущего в составе комплексного образовательного решения следует выделить наиболее востребованные учебные линии:

1. Введение в робототехнику.
2. Мехатроника и робототехника.
3. Интеллектуальные робототехнические системы и комплексы.
4. Промышленные робототехнические системы и комплексы.
5. Проектирование и конструирование роботов.
6. Сервисные робототехнические системы.

Межквантумные направления и тематики для межквантумных проектов:

1. Промробоквантум + математика = «Математическое и компьютерное моделирование в робототехнике».
2. Промробоквантум + биоквантум = «Агроробототехника», «Биомиметические системы», «Биоинспирированные роботы».
3. Промробоквантум + биоквантум + наноквантум = «Медицинская робототехника».
4. Промробоквантум + наноквантум +промдизайнквантум = «Автоматизированное производство материалов».
5. Промробоквантум + автоквантум = «Автономные транспортные системы», «Интеллектуализация транспортной инфраструктуры».
6. Промробоквантум + VR/AR-квантум = «MR-интерфейсы управления роботами», «Цифровое производство», «Симуляторы и игры».

7. Промробоквантум + энерджиквантум = «Автономные роботы», «Гибридная энергетика».

8. Промробоквантум + IT-квантум = «Промышленный интернет вещей».

Ключевые темы вводного модуля

1. Цель роботизации сфер деятельности человечества. Особенности промышленных роботов для производственной автоматизации.

2. Конструкция промышленного манипулятора. Состав системы управления.

3. Программирование промышленных роботов. С помощью пульта, онлайн и офлайн. Использование САМ-пакетов при работе с промышленным роботом.

4. Использование стандартных инструментов для решения задач в рамках собственного проекта (учебного кейса).

#### **Итоги вводного модуля**

Количественные:

1. аналитические выкладки о глобальных тенденциях роботизации и позиции РФ;

2. использование промышленного манипулятора в проекте в качестве устройства ориентации и позиционирования в рамках учебного кейса;

3. использование цифровых портов ввода/вывода промышленного манипулятора в учебном кейсе.

Качественные:

1. понимание сути терминов «автоматизация», «автоматика», «роботизация», «манипулятор», «звено», «сочленение», «система управления», «гибкое производство», «бережливое производство»;

2. умение описать производственный процесс в виде машины состояний;

3. знание и понимание основных методов и инструментов производственной автоматизации;

4. умение рассчитать геометрические характеристики промышленного манипулятора;

5. знание и понимание устройства промышленного манипулятора;

6. умение пользоваться пультом управления промышленным манипулятором;

7. умение программировать сложные перемещения промышленного манипулятора;

8. умение программного включения периферийного оборудования.

#### **Ключевые темы углубленного модуля**

1. Конструирование и интеграция в систему управления рабочих органов и оснастки для промышленного манипулятора.

2. Многокомпонентные промышленные системы.

3. Системы технического зрения.

4. Элементы коллаборативной робототехники.

Итоги углубленного модуля

Конструирование:

1. Навыки проектирования и производства рабочих органов и оснасток промышленных манипуляторов с интерфейсами подключения к системе управления.

2. Реализация револьверной насадки.

3. Создание оснастки для обслуживания 3D-принтера, фрезерного станка.

Программирование:

1. Начальные навыки создания законченного ПО для выполнения промышленным манипулятором функционала, необходимого для технологического процесса.

2. Начальные навыки офлайн-программирования манипулятора с использованием специализированных сред и библиотек, в том числе высокоуровневых языков.

3. Способность к созданию программного обеспечения, учитывающего возможность использования оснастки для промышленного манипулятора, в том числе интеллектуальной.

Методы: кейс-метод, проектная деятельность, датаскаутинг.

Формы работы: практическое занятие; занятие-соревнование; экскурсия; воркшоп (рабочая мастерская — групповая работа, где все участники активны и самостоятельны); консультация; выставка.

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

### **Требования к результатам освоения вводного модуля**

#### **Профессиональные компетенции (Hard Skills):**

понимание терминов «автоматизация» и «роботизация», «система управления», «объект управления», «управляющий сигнал»;

знание и понимание состава и структуры типовых конструкций промышленных роботов;

знание и понимание состава и структуры приводов для промышленных роботов;

способность расчёта требуемой рабочей области манипулятора при выполнении технологической операции; способность подбора необходимого рабочего органа и оснастки для выполнения простейших технологических операций; способность запрограммировать робота с использованием пульта управления; навык получения программы перемещений робота для выполнения технологических операций с использованием САМ-пакетов;

навык калибровки нового рабочего инструмента манипулятора;

навык калибровки новой базы;

навык работы в САД-системах для проектирования новой оснастки промышленного манипулятора.

#### **Личностные и межличностные компетенции (Soft Skills):**

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

развитие познавательных интересов обучающихся, умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;

навыки ведения проекта, проявление компетенции в вопросах, связанных с темой проекта, выбор наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;

развитие критического мышления;

проявление технического мышления, познавательной деятельности, творческой инициативы, самостоятельности;

способность творчески решать технические задачи;

готовность и способность применения теоретических знаний по физике, информатике для решения задач в реальном мире;

способность правильно организовывать рабочее место и время для достижения поставленных целей.

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

### **Рекомендации наставникам**

В рамках базового модуля предлагается не просто познакомить детей с существующими технологиями, а научить их генерировать идеи по применению

промышленных роботов и других инструментов систем автоматизации в решении конкретных задач. Как это сделать?

Приводите больше примеров по обсуждаемым темам — десятки тематических сайтов и тысячи видеороликов вам в помощь. Очень важно спрашивать у детей, какие примеры они могут привести. Старайтесь рассматривать проекты «инженерной» тематики. Любая наукоёмкая тема вызывает интерес только у приобщённых. Если ребёнок никогда не слышал о промышленных роботах, нужно провести работу по «ликвидации страха» перед новым.

Важно дать понять, что роботы — это не конструкторы и не фантастические гуманоиды из фильмов, это синтез множества простых элементов в единой системе. Старайтесь проводить аналогии между элементами промышленной автоматизации и тем, что встречается в реальной жизни.

Следует рассказывать детям и об интересном использовании технологии в музеях, театрах и др. Ссылайтесь на актуальные новости. Каждый день в мире происходит масса всего удивительного, новости годичной давности зачастую совсем не кажутся удивительными. Многочисленные компании генерируют и воплощают самые невероятные идеи в жизнь — рассказывайте детям об этом, постоянно обсуждайте с ними свежие идеи в России и мире, сравнивайте. Говоря об относительно старых проектах, анализируйте, сравнивайте, обсуждайте: почему несколько лет назад это было реализовано именно так? Действительно ли существовали непреодолимые технологические ограничения? Как это можно было бы реализовать сегодня? Как ещё можно было решить задачу?

Время, отведённое на прохождение одного кейса, строго не регламентировано. Каждый кейс предполагает командную работу и распределение ролей внутри команд. Старайтесь, чтобы каждый ребёнок в течение образовательного модуля был задействован в максимальном количестве ролей, чтобы он смог определиться, как будет работать и кем будет являться при освоении кейсов углублённого модуля; при реализации проектов и участии в соревнованиях.

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

Практический и теоретический материал подаётся в ходе занятий в группах до 10–15 человек. Задания как таковые отсутствуют в процессе приобретения знаний. В малых группах реализуются учебные кейсы, в процессе командной работы над которыми у обучающихся возникает запрос на учебный материал. Занятия проводятся в смешанном виде с использованием элементов бесед, семинаров, лекций. Для наглядности подаваемого материала используются различные мультимедийные материалы: презентации, видеоролики, приложения и пр. В течение учебного процесса средствами рефлексии и бесед на каждом занятии, контрольных вопросов, заданий и анкетирования производится мониторинг знаний, умений, навыков, компетенций и компетентности каждого обучающегося.

### **Вводный раздел: терминология и правила работы в квантуме**

Метод/форма: кейс 0.

Название: главное правило робототехники.

Кол-во часов/занятий: 6/3.

Hard Skills:

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

#### Soft Skills:

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

Место проведения: квантум.

Категория кейса - вводный

Место в структуре модуля - базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которое рассчитан кейс

Кейс рассчитан на 6 часов/3 занятия

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

#### Описание

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

Артефакт по итогам освоения кейса

Презентация, представленная на общем семинаре.

Перечень и содержание занятий

#### Занятие 1

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

Что делаем: знакомимся с промышленной робототехникой, способами использования роботов. Обсуждаем, почему робот всегда сильнее человека. Определяем основные правила работы с робототехническим оборудованием. Обсуждаем основные аспекты автоматизации промышленности. Формируем перечень вопросов для анализа касательно тенденций роботизации.

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

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

#### Занятие 2

Цель: создание аналитического обзора о роботизации.

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

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

Итог занятия: скомпонованные аналитические записки по обсуждённым темам.

Занятие 3

Цель: презентация итогов работы и обсуждение.

Что делаем: команды презентуют итоги проведённой аналитической работы. Делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия.

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

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

Метод работы: поиск и анализ информации.

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

Оборудование и материалы: компьютеры, презентационное оборудование.

Требования к помещению и инфраструктуре: подключение к интернету, рабочие места.38

Источники:

1. Козырев Юрий, «Применение промышленных роботов», ISBN: 978-5-406-02859-9.

2. Жертвы роботов: <https://hi-news.ru/robots/10-sluchaev-s-robotami-ubivshimi-lyudej.html>.

3. Каталог промышленных роботов: <http://robotrends.ru/robopedia/promyshlennye-roboty>.

4. Национальная ассоциация участников рынка робототехники: <http://www.robotunion.ru/ru/>.

5. Библиотека МГТУ им. Н.Э. Баумана: <http://library.bmstu.ru/>.

6. Образовательный портал о роботах: <https://robo-sapiens.ru/>.

**РУКОВОДСТВО ДЛЯ ПЕДАГОГА**

Введение в проблему и обсуждение

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

Рефлексия

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

**4 кейс: праздничный набор**

Категория кейса

Вводный

Место в структуре модуля

Базовый, мотивирующий

Количество учебных часов/занятий, на которые рассчитан кейс

Кейс рассчитан на 24 часа/12 занятий

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

### Содержание кейса:

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

#### Этапы реализации кейса:

1. Представление проблемной ситуации в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализ проблемной ситуации, генерация и обсуждение методов её решения и возможности достижения идеального конечного результата.

2. Знакомство с методами автоматизации и роботизации процессов транспортировки грузов, видами и конструкцией манипуляционных роботов.

3. Начальное знакомство с математическим аппаратом, применяемым при описании кинематики манипуляционных роботов.

4. Знакомство с понятиями «рабочая зона манипулятора», «звено», «шарнирное и телескопическое сочленение», «система координат».

5. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

#### Описание проблемной ситуации

Сортировочные линии с использованием промышленных роботов широко распространены в промышленности. Для каждой продукции и каждой задачи используются уникальные 51

технологические решения: где-то это молниеносно быстрые дельта-роботы, где-то более громоздкие, но не менее резвые шестистепенные. Исследуйте опыт создания сортировочных линий в промышленности и убедитесь в том, что именно такое решение подойдёт для подготовки наборов подарков с разными конфетами, игрушками и сувенирами внутри для обучающихся технопарка «Кванториум».

Процесс упаковки большого количества подарков требует больших трудозатрат. Спроектируйте систему, которая автоматически будет фасовать наборы из разных конфет. За консультациями по поводу внешнего вида и функционала упаковки можете обратиться к коллегам из промдизайнквантума.

#### Задачи, решаемые в рамках проблемной ситуации

Составить план решения проблемы.

Составить технологическую карту.

Изучить состав робототехнической ячейки и конструкцию робота.

Изучить эксплуатационные параметры робота (рабочее пространство, зона сервиса, мобильность и т.д.).

Освоить принципы работы с пневматической вакуумной присоской.

Составить программу перемещений робота.

#### Предполагаемые результаты обучающихся

##### Soft Skills:

умение взаимодействовать в команде;

умение находить, анализировать и использовать релевантную информацию;

формулирование проблемы, выдвижение гипотезы, постановка вопросов;

инициативное сотрудничество в поиске и сборе информации;

самостоятельное создание способов решения проблем творческого и поискового характера.

##### Hard Skills:

механика — составление кинематических схем, выявление конструктивных ограничений промышленного робота; представление о механизмах преобразования энергии в движение; электрика и электроника — изучение принципов работы дискретных портов промышленного манипулятора;

программирование — составление простых линейных алгоритмов; создание блок-схем для составленных алгоритмов; конвертация блок-схем в код или блочную программу.

Оборудование

Роботизированный учебный комплекс (манипулятор с калиброванной пневматической насадкой на конце), контейнеры, объекты манипулирования (конфеты).

Ход работы (что делают дети)

Потребность-отклик;

обсуждение в команде, какой должна быть технологическая оснастка робота;

проработка аналогов;

анализ кинематической схемы промышленного манипулятора, выявление ограничений;

составление программы;

пилотный запуск;

устранение ошибок;

финальный запуск.

Перечень и содержание занятий

Занятие 1

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

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

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

Занятие 2

Цель: составить схему роботизации процесса.

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

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

Занятие 3

Цель: спроектировать окружение промышленного робота.

Что делаем: проектируем в специальном программном обеспечении технологический процесс. Формируем требования к рабочему пространству.

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

Занятие 4

Цель: определить способы перемещения объектов.

Что делаем: согласно выделенным типам объектов определяем требования к процессу захвата объектов. Выявляем способ смены захватного устройства. Прорабатываем возможность создания универсального захвата.

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

#### Занятие 5

Цель: спроектировать рабочий орган.

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

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

#### Занятие 6

Цель: подключение системы технического зрения.

Что делаем: определяем способы распознавания объекта. Изучаем аппаратные средства, интерфейсы подключения к контроллеру промышленного манипулятора. Запускаем тестовые алгоритмы.

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

#### Занятие 7

Цель: проектирование системы отгрузки.

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

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

#### Занятие 8

Цель: отладить алгоритмы работы с внешними устройствами.

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

Компетенции: навык моделирования робототехнических систем.

#### Занятие 9

Цель: написать программное обеспечение.

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

Компетенции: навыки программирования перемещений робота в цикле. Структурное мышление.

#### Занятие 10

Цель: отладить программное обеспечение.

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

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

#### Занятие 11

Цель: запустить систему.

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

Компетенции: начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

#### Занятие 12

Цель: публичная демонстрация результатов.

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

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

Приложение 3

**Диагностическая карта вводного/ углубленного модуля**

	Надежность знаний и умений				Сформированность личностных качеств	Готовность к продолжению обучения в Кванториуме
Ф.И.О. учащегося	Соответствие уровню ограничений (отметить знаком +)				Заключение специалиста по результатам изучения личности ребенка по программе психологического сопровождения	Дата опроса и результат: выбор сделал/ нет; название квантума или дисциплины, иной ОО
	1	2	3	4		
1.						
2.						