

*Приложение к основной образовательной программе среднего общего образования,  
утверждённой приказом от 30.08.2024 г. № 621/01-27, протоколом педсовета № 57 от  
29.08.2024 г.*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

«Промышленная робототехника»

техническая направленность

Возраст обучающихся: 12-15 лет

Срок реализации: 4 месяца

72 академических часа

2024 год

Автор-составитель:  
Ульрих Артур Александрович,  
учитель информатики

г. Нижневартковск - 2024

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Данная общеобразовательная общеразвивающая программа дополнительного образования детей имеет техническую направленность и составлена на основании методических материалов ФГАУ «Фонд новых форм развития образования», предназначенных для использования наставниками сети детских технопарков «Кванториум», и в соответствии с основными нормативными документами:

– Федеральный Закон «Об образовании в Российской Федерации» (от 29.12.2012 № 273-ФЗ);

– Концепция развития дополнительного образования детей на 2015-2020 годы (утверждена распоряжением Правительства РФ от 04.09.2014 №1726-р);

– СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей» (утверждено постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 № 41);

– Приказ Министерства образования и науки РФ от 9 января 2014 г. № 2 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;

– Положение о дополнительных общеобразовательных общеразвивающих программах.

Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Введение в промышленную робототехнику» предполагает дополнительное образование детей в области робототехники и мехатроники.

Программа направлена на формирование у детей знаний и навыков, необходимых для работы с примитивными роботизированными и мехатронными системами и комплексами.

Программа позволяет создавать благоприятные условия для развития технических способностей школьников.

Современные тенденции развития роботизированных и мехатронных комплексов получили реализацию в виде создание портативных робототехнических систем и комплексов. В настоящее время наблюдается лавинообразный рост интереса к робототехническим и мехатронным комплексам и системам как инновационному направлению развития современной техники. История развития данного направления началась более 20 лет назад и с каждым годом открываются все большие возможности.

Развитие современной микроэлектроники и перспективных технологий позволяет сегодня автономным робототехническим и мехатронным системам и комплексам успешно выполнять такие функции, которые в прошлом были

им недоступны или выполнялись другими силами и средствами. Благодаря росту возможностей и повышению доступности микроэлектроники, потенциал её использования в разных сферах стремительно растёт. Это создало необходимость заинтересовывать школьников этими устройствами и получением знаний в этой области.

Образовательная программа «Введение в промышленную робототехнику» позволяет не только обучить ребенка правильно программировать и конструировать, но и подготовить обучающихся к планированию и проектированию разноуровневых технических проектов и в дальнейшем осуществить осознанный выбор вида деятельности в техническом творчестве.

Данная образовательная программа интересна тем, что интегрирует в себе достижения современных и инновационных направлений в робототехнике. Занимаясь по данной программе, обучающиеся должны получить первичные знания и умения, которые позволят им понять основы устройства робототехнических и мехатронных систем и комплексов, а также научиться азам программирования.

Программой предусмотрено проведение комбинированных занятий: занятия состоят из теоретической и практической частей, причём большее количество времени занимает практическая часть.

При проведении занятий используются следующие организационные формы: лекционно-практические, мастер-классы, практические занятия; применяются интерактивные методы обучения: «мозговой штурм», метод проектов, метод задач.

Данная программа отвечает требованиям вводного уровня для обучающихся в возрасте 12-15 лет.

Стремительно развивающийся мир испытывает кадровый голод в специалистах в области робототехники. То, что раньше казалось фантастикой, сейчас является обыденностью. Междисциплинарные особенности робототехники как самостоятельного направления в промышленности и экономике накладывают множество требований на профессиональные навыки и компетенции специалистов, работающих в данной области. Так, например, ни один современный проект в области робототехники не обходится без участия специалистов в области конструирования и дизайна, в области электроники и микропроцессорной техники, в области информационных систем и устройств, совместно вовлечённых в процесс разработки робототехнического комплекса. Помимо разработчиков, на сегодняшний день становятся востребованными также и специалисты в области обслуживания робототехнических комплексов, специалисты в области интеграции сложных технических решений в различных сферах и отраслях промышленности и бизнеса и др.

**Актуальность программы** обусловлена тем, что для того чтобы в последующем мы получили профессионально компетентные инженерно-

технические кадры для развития робототехники в нашей стране необходимо выращивать кадры в этой области начиная со школьного возраста.

Данная программа направлена на формирование творческой личности, живущей в современном мире, развитие интереса детей к автоматизированным системам, инженерным и техническим наукам. Одним из важнейших ресурсов программы является совокупность знаний и навыков в области алгоритмизации, программирования и ИКТ (Информационных и коммуникационных технологий).

**Отличие программы** от уже существующих образовательных программ и школьного стандарта в том, что идет освоение знаний, умений и навыков, которые необходимы детям при выборе, как традиционных профессий, так и новых профессий, порожденных компьютерной революцией.

**Отличительной особенностью программы** является следующее:

1) использование в приобретении знаний, умений и навыков электронного мультимедийного комплекса с большим количеством учебного материала;

2) возможности использования современных коммуникационных технологий;

3) возможности составления алгоритмов и программ для движения робота.

Данная программа развивает у обучающихся логическое мышление, способность к анализу. В информационном обществе особая роль отводится развитию мышления, уровень которого определяется способностью оперативно обрабатывать информацию и принимать на её основе обоснованные решения.

Программа «Введение в промышленную робототехнику» – это изготовление роботов, которых проектируют, конструируют и программируют сами обучающиеся, тем самым она вооружает детей знаниями и умениями, которые пригодятся в жизни, а самое главное, могут помочь в профессиональной ориентации.

Данный курс направлен на обучение самостоятельной работе с различными информационными источниками.

Основным содержанием данной программы являются постепенное усложнение занятий от технического моделирования до сборки и программирования роботов.

**Адресат программы:** в реализации данной программы участвуют обучающиеся 12-15 лет с наличием понимания базовых концепций программирования, представления об инженерно-конструкторской деятельности и робототехнике.

**Психолого-педагогические особенности обучающихся,  
для которых предназначена программа**

В среднем школьном возрасте ведущей становится особая форма учебной деятельности, которая носит уже более профориентационный и окрашенный самостоятельными нравственными суждениями и оценками характер. Сказанное не означает, что в каждом возрасте обучающийся должен заниматься именно ведущим видом деятельности. Важно постоянно развивать все богатство видов деятельности, обеспечивающих разностороннее развитие личности.

Расширение связей с окружающим миром, широкое всепоглощающее общение со сверстниками, личные интересы и увлечения также часто снижают непосредственный интерес подростков к учению. Сознательно – положительное отношение ребят к учению возникает тогда, когда учение удовлетворяет их познавательные потребности, благодаря чему знания приобретают для них определенный смысл как необходимое и важное условие подготовки к будущей самостоятельной жизни. Таким образом, наиболее существенную роль в формировании положительного отношения подростков к учению играют содержательность учебного материала, его связь с жизнью и практикой, проблемный и эмоциональный характер изложения, организация поисковой, познавательной деятельности, дающей обучающимся возможность переживать радость самостоятельных открытий, вооружение рациональными приёмами учебной работы, навыками самовоспитания, являющимися неременной предпосылкой для достижения успеха. В процессе обучения совершенствуется мышление подростка. Содержание и логика изучаемых предметов, изменение характера и форм учебной деятельности формируют и развивают у него способность активно, самостоятельно мыслить, рассуждать, сравнивать, делать глубокие обобщения и выводы.

Образовательная робототехника – сравнительно новая технология обучения, позволяющая вовлечь в процесс инженерного творчества детей, начиная со среднего школьного возраста. Она позволяет обнаруживать и развивать навыки обучающихся в таких направлениях как мехатроника, искусственный интеллект, программирование и других направлениях.

Педагогическая целесообразность программы определяется учетом возрастных особенностей обучающихся, широкими возможностями социализации в процессе привития трудовых навыков, пространственного мышления.

Современный этап развития общества определяет высокие требования к уровню знаний школьника в области информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) и к алгоритмизации с программированием. Он должен обладать определенным уровнем информационной культуры, который и определяет его умение оперативно и качественно работать с информацией.

Программа является одним из механизмов формирования творческой личности, дает навыки овладения начального технического конструирования, развития мелкой моторики, изучения понятий конструкции и её основных

свойств (жесткости, прочности, устойчивости), навыки взаимодействия в группе.

### **Объем программы**

Продолжительность программы вводного модуля: – 72 ч

Количество обучающихся в группе: 15 человек.

### **Срок освоения программы**

Срок реализации программы: 4 месяца.

### **Режим занятий**

Занятия проводятся 2 раза в неделю.

Продолжительность занятия: 2 академических часа с перерывом, который составляет 10-15 минут.

## **1.2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ**

Цель программы: формирование умений и навыков в области алгоритмизации и программирования робототехники, развитие интереса к проектной, конструкторской и научной деятельности, значительно расширяющей кругозор и образованность ребёнка.

Формирование пользовательских навыков для введения компьютера в учебную деятельность должно подкрепляться самостоятельной творческой работой, лично значимой для обучающегося, что достигается за счет информационно-предметного практикума, сущность которого состоит в наполнении задач актуальным предметным содержанием. Только в этом случае в полной мере раскрывается индивидуальность, интеллектуальный потенциал обучающегося, проявляются полученные на занятиях знания, умения и навыки, закрепляются навыки самостоятельной работы.

Программа направлена на создание условий для мотивации, подготовки и профессиональной ориентации школьников для возможного продолжения учёбы в ВУЗах (высших учебных заведениях) и последующей работы на предприятиях по специальностям, связанных с робототехникой.

Задачи программы:

*обучающие*

- сформировать практические и теоретические знания о:
  - современных разработках в области робототехники;
  - комплексе базовых технологий, применяемых при создании роботов;
  - межпредметных связях робототехники с физикой, информатикой и математикой;

- сформировать понимание о применении робототехники;

- научиться решать кибернетические задачи, имеющие готовое решение, результатом каждой из которых будет работающий механизм или робот с автономным управлением.

*развивающие*

– развить у обучающихся инженерное мышление, навыки конструирования, программирования и эффективного использования кибернетических систем;

– развить креативное мышление и пространственное воображение; мелкую моторику, внимательность, аккуратность.

*воспитательные*

– повысить мотивацию обучающихся к изобретательству и созданию собственных роботизированных систем;

– сформировать стремление к получению качественного законченного материала;

– сформировать навыки проектного мышления и работы в команде;

– привить чувства «патриотизма в области робототехники».

### 1.3. Планируемые результаты

#### Личностные

В результате освоения программы «Введение в промышленную робототехнику» обучающиеся:

– овладеют навыками работы в команде: работать в общем ритме, эффективно распределять задачи и др.;

– разовьют познавательные интересы, умение ориентироваться в информационном пространстве, продуктивно использовать техническую литературу для поиска сложных решений;

– приобретут навыки ведения проекта, проявления компетенции в вопросах, связанных с темой проекта, выбора наиболее эффективных решений задач в зависимости от конкретных условий;

– разовьют критическое мышление;

– сформируют техническое мышление, разовьют познавательную деятельность, творческие инициативы, самостоятельность;

– приобретут способность творчески решать технические задачи;

– приобретут способность применения теоретических знаний по физике, информатике для решения задач в реальном мире;

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

#### Метапредметные

В результате освоения программы «Введение в промышленную робототехнику» у обучающихся будут сформированы:

– навыки самостоятельного успешного усвоения новых знаний, познавательных, коммуникативных действий;

– навыки организации и планирования работы;

– навыки соблюдения в процессе деятельности правил безопасности;

– умения распределять работу в команде, согласованность действий, правильность и полнота выступлений;

– готовность слушать собеседника и вести диалог; готовность признавать возможность существования различных точек зрения и права каждого иметь свою; излагать свое мнение и аргументировать свою точку зрения и оценку событий.

#### Предметные

В результате освоения программы «Введение в промышленную робототехнику» обучающиеся приобретут:

– 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;

– навык калибровки нового рабочего инструмента манипулятора;

– навык калибровки новой базы;

– навык работы в системах для проектирования новой оснастки промышленного манипулятора.

## 1.4. Содержание программы

### 1.4.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
1.	Кейс 1. «Главное правило робототехники»	3	1	2	Презентация, выступление
1.1.	<i>Знакомство с промышленной робототехникой</i>	1	0,5	0,5	
1.2.	<i>Создание аналитического обзора о роботизации</i>	1	0,5	0,5	
1.3.	<i>Презентация итогов работы и обсуждение</i>	1		1	
2.	Кейс 2. «Смена плана»	4	1	3	Презентация, выступление, демонстрация полученного устройства
2.1.	<i>Ознакомление с промышленным роботом</i>	1	0,5	0,5	
2.2.	<i>Составление схемы роботизации процесса</i>	1		1	
2.3.	<i>Сбор готовой конструкции</i>	1		1	
2.4.	<i>Презентация полученного артефакта</i>	1		1	
3.	Кейс 3. «Автономная 3D-печать»	7	2	5	Презентация, выступление, демонстрация полученного устройства
3.1.	<i>Постановка проблемной ситуации</i>	1	1		
3.2.	<i>формализация технологического процесса в виде машины состояний</i>	1	0,5	0,5	
3.3.	<i>Разработка системы передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором</i>	1	0,5	0,5	
3.4.	<i>Модификация подложки 3D-принтера</i>	1		1	
3.5.	<i>Рабочий орган манипулятора</i>	1		1	
3.6.	<i>Синхронизация работы компонентов</i>	1	0,5	0,5	
3.7.	<i>Демонстрация результатов</i>	1		1	
4.	Кейс 4. «Светящееся время»	10	2	8	Презентация, выступление, демонстрация полученного устройства

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов			Форма аттестации/ контроля
		Всего	Теория	Практика	
4.1.	<i>Выявление способа роботизации процесса</i>	1	0,5	0,5	
4.2.	<i>Создание конструкции часов</i>	1		1	
4.3.	<i>Реализация процесса нанесения рисунка на часы</i>	1		1	
4.4.	<i>Проектирование процесса сборки часов</i>	1		1	
4.5.	<i>Моделирования процесса</i>	1	0,5	0,5	
4.6.	<i>Моделирования процесса</i>	1		1	
4.7.	<i>Реализация рабочего органа и необходимой оснастки для манипулятора</i>	1		1	
4.8.	<i>Отладка программного обеспечения</i>	1	0,5	0,5	
4.9.	<i>Запуск системы</i>	1		1	
4.10.	<i>Демонстрация результатов</i>	1		1	
5.	Кейс 5. «Праздничный набор»	12	2	10	Презентация, выступление, демонстрация полученного устройства
5.1.	<i>Составление схемы роботизации процесса.</i>	1		1	
5.2.	<i>Проектирование окружения промышленного робота</i>	1		1	
5.3.	<i>Способы перемещения объектов</i>	1		1	
5.4.	<i>Проектирование рабочего органа</i>	1		1	
5.5.	<i>Подключение системы технического зрения</i>	1		1	
5.6.	<i>Проектирование системы отгрузки</i>	1		1	
5.7.	<i>Алгоритмы работы с внешними устройствами</i>	1		1	
5.8.	<i>Разработка программного обеспечения</i>	1		1	
5.9.	<i>Отладка программного обеспечения</i>	1		1	
5.10.	<i>Запуск системы</i>	1		1	
5.11.	<i>Демонстрация результатов</i>	2		2	Защита проекта
	Итого часов	72	13,5	58,5	

## **1.4.2. Содержание учебного тематического плана**

### **1. Кейс 1. «Главное правило робототехники»**

#### **Тема 1.1. «Знакомство с промышленной робототехникой».**

*Теория.* 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.

*Практика.* Формирование перечня вопросов для анализа касательно тенденций роботизации.

#### **Тема 1.2. Создание аналитического обзора о роботизации.**

*Теория.* Формирование ответа на вопрос: почему же робот всегда сильнее человека? Формализация ответа в виде аналитической записки, подкреплённой статистической информацией. Формирование своего мнения о глобальных целях роботизации и повсеместного внедрения искусственного интеллекта. Анализ текущей ситуации роботизации в мире и в РФ. В командах методом мозгового штурма генерация идеи о том, как роботизация может повлиять на экономику и социум.

*Практика.* Фиксация идей в виде аналитических записок. Постановка задачи о создании презентации по записям.

#### **Тема 1.3. Презентация итогов работы и обсуждение.**

*Практика.* Команды презентуют итоги проведённой аналитической работы. Делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия. Межкомандные презентации результатов работы, отрефлексированы все этапы работы.

### **2. Кейс 2. «Смена плана»**

#### **Тема 2.1. Ознакомление с промышленным роботом.**

*Теория.* Изучение положения по технике безопасности при работе в квантуме и при работе с промышленным манипулятором. Представление проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Командообразование и распределение на команды по 4 человека.

*Практика.* Анализ проблемной ситуации; генерация идеи, используя различные методы дизайн-мышления; обсуждение методов решения и возможностей достижения идеального конечного результата.

#### **Тема 2.2. Составление схемы роботизации процесса.**

*Практика.* Исходя из результатов анализа проблемной ситуации выявление необходимого навесного оборудования для промышленного манипулятора и обоснование выбора. Определение возможных проблем технологического характера, возникающих при эксплуатации выбранного оборудования. Определение рабочей зоны оборудования. Определение съёмочного оборудования. Выявление способов крепления съёмочного оборудования на манипуляторе. Моделирование крепления с учётом крепёжных отверстий на фланце манипулятора.

#### **Тема 2.3. Сбор готовой конструкции.**

*Практика.* 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.

**Тема 2.4.** Презентация полученного артефакта.

*Практика.* Обмен впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия. Подготовка презентации. Команды демонстрируют снятые ими ролики.

### **3. Кейс 3. «Автономная 3D-печать»**

**Тема 3.1.** Постановка проблемной ситуации.

*Теория.* Определение 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.

**Тема 3.2.** Формализация технологического процесса в виде машины состояний.

*Теория.* 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.

*Практика.* Составление структурной схемы. Составление машины состояний агрегатов и их регуляторов.

**Тема 3.3.** Разработка системы передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором.

*Теория.* Изучение особенностей генерации дискретного сигнала о завершении печати, например, с помощью концевого выключателя (при окончании печати подложка опускается и замыкает выключатель).

*Практика.* Определение способа подключения к дискретному входу блока управления манипулятором. Подключение к дискретному входу, тестирование работы.

**Тема 3.4.** Модификация подложки 3D-принтера.

*Практика.* Определение механизма выгрузки деталей после печати. Проектирование пробных деталей с модифицированными основаниями. Рассмотрение вариантов модификации конструкции самой подложки, например, с возможностью замены.

**Тема 3.5.** Рабочий орган манипулятора.

*Практика.* Конструирование рабочего органа под адаптированную подложку деталей. Печать спроектированной конструкции на 3D-принтере. Осуществление сборки, фиксации на фланце манипулятора, калибровки.

**Тема 3.6.** Синхронизация работы компонентов.

*Теория.* Согласно составленному конечному автомату технологического процесса написание программы выгрузки под конкретную деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера.

*Практика.* Тестирование и отлаживание программы на манипуляторе.

**Тема 3.7.** Демонстрация результатов.

*Практика.* Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Презентация внутри квантума. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

**4. Кейс 4. «Светящееся время»**

**Тема 4.1.** Выявление способа роботизации процесса.

*Теория.* 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.

*Практика.* На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач генерация перечня идей для решения проблемной ситуации.

**Тема 4.2.** Создание конструкции часов.

*Практика.* Создание конструкции часов, включающей 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.

**Тема 4.3.** Реализация процесса нанесения рисунка на часы.

*Практика.* Для спроектированных часов моделирование рисунка, который будет наноситься с помощью роботов. Реализация рисунка на ПК (персональном компьютере) в векторном виде. Определение способа нанесения рисунка. Проектирование способа крепления флуоресцентного маркера на фланце манипулятора.

**Тема 4.4.** Проектирование процесса сборки часов.

*Практика.* 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.

**Тема 4.5.** Моделирования процесса.

*Теория.* Определение способа реализации модели процесса нанесения рисунка на часы. Рассмотрение соответствующего ПО (программного обеспечения) и открытые библиотеки.

*Практика.* Изучение функционала ПО и способов сопоставления контура и виртуальных перемещений манипулятора.

**Тема 4.6.** Моделирования процесса.

*Практика.* С помощью специального ПО моделирование процесса сборки часов, смену рабочего органа, процесса несения рисунка. Проверка отсутствия коллизий. Перенос кода на манипулятор.

**Тема 4.7.** Реализация рабочего органа и необходимой оснастки для манипулятора.

*Практика.* С учётом результатов моделирования внесение правок в конструкции рабочих органов и оснастки манипулятора. Изготовление, сборка и монтаж манипулятора и рабочего пространства манипулятора. Подключаем рабочий орган и оснастку к цифровым/аналоговым входам и выходам манипулятора.

**Тема 4.8.** Отладка программного обеспечения.

*Теория.* Перенос кода из среды моделирования на манипулятор.

*Практика.* Настройка автоматической работы манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания.

**Тема 4.9.** Запуск системы.

*Практика.* Запуск программы в автоматическом режиме. Фиксация этапов работы. Подготовка материала для отчёта о проделанной работе. Подготовка конструкторской документации.

**Тема 4.10.** Демонстрация результатов.

*Практика.* Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Презентация внутри квантума. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

## **5. Кейс 5. «Праздничный набор»**

**Тема 5.1.** Промышленная робототехника, проблемы и поиск путей решения.

*Теория.* 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.

*Практика.* На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач обозначение используемых технологических решений.

**Тема 5.2.** Составление схемы роботизации процесса.

*Теория.* Исходя из результатов анализа проблемной ситуации выявление необходимого навесного оборудования для промышленного манипулятора и обоснование выбора. Определение возможных проблем технологического характера, возникающих при эксплуатации выбранного оборудования. Определение рабочей зоны оборудования.

*Практика.* Знакомство с технологией подключения и ввода в эксплуатацию манипулятора с новой насадкой.

**Тема 5.3.** Проектирование окружения промышленного робота.

*Теория.* Формирование требования к рабочему пространству.

*Практика.* Проектирование в специальном программном обеспечении технологического процесса.

**Тема 5.4.** Способы перемещения объектов.

*Теория.* Согласно выделенным типам объектов определение требований к процессу захвата объектов.

*Практика.* Выявление способа смены захватного устройства. Проработка возможности создания универсального захвата.

**Тема 5.5.** Проектирование рабочего органа.

*Теория.* Приспособление поверхности стола робототехнической ячейки для автоматической подачи объектов манипулирования.

*Практика.* Изучение способа использования заранее подключенной и откалиброванной насадки (пневматической присоски). Интеграция в программу строк, отвечающих за включение и выключение насадки.

**Тема 5.6.** Подключение системы технического зрения.

*Теория.* Определение способов распознавания объекта.

*Практика.* Изучение аппаратных средств, интерфейсов подключения к контроллеру промышленного манипулятора. Запуск тестовых алгоритмов.

**Тема 5.7.** Проектирование системы отгрузки.

*Теория.* Разработка программистами системы технического зрения.

*Практика.* Проектируем необходимые детали с конструкторами.

**Тема 5.8.** Алгоритмы работы с внешними устройствами.

*Теория.* В программном обеспечении отладка режимов работы.

*Практика.* Рассмотрение реакции манипулятора в виртуальной среде на реальные срабатывания сенсоров.

**Тема 5.9.** Разработка программного обеспечения.

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

*Практика.* Калибровка рабочего органа. Интеграция в программу строк, отвечающих за включение и выключение насадки. Проведение тестовых запусков частей алгоритма в ручном режиме.

**Тема 5.10.** Отладка программного обеспечения.

*Практика.* Настройка автоматической работы манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизация работы систем подачи, отгрузки, распознавания.

**Тема 5.11.** Запуск системы.

*Практика.* Запуск программы в автоматическом режиме. Фиксация этапов работы. Подготовка материала для отчёта о проделанной работе. Подготовка конструкторской документации

**Тема 5.12.** Демонстрация результатов.

*Практика.* Подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом. Презентация внутри квантума. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

### 1.5. Формы аттестации

Обязательным компонентом процесса обучения является контроль знаний, проверка результатов обучения. Суть проверки результатов обучения состоит в выявлении уровня освоения знаний обучающимися. Программа предполагает использование различных методов контроля:

- участие в научно-технических конференциях;
- контрольные занятия, проведение тестовых работ;
- смотр и защиты творческих работ.

Контроль дает возможность увидеть ошибки, оценить результаты, осуществить коррекцию знаний и навыков; позволяет повысить мотивацию, инициирует творческую деятельность, является средством обучения и развития. Он должен быть естественным продолжением обучения.

#### **Формы контроля:**

- наблюдение;
- самоконтроль;
- беседа;
- фронтальный опрос;
- взаимопроверка и взаимный контроль (опрос в парах);
- тестовый контроль;
- контрольная работа;
- проектная работа и смотр творческих работ;
- соревнования;
- конференции.

#### **Предусмотрены следующие виды контроля:**

1. Текущий контроль знаний с использованием тестов.

Итоги изученных тем подводятся созданием обучающимися собственных автоматизированных моделей, с написанием программ, используемых в своих проектах, и защитой этих проектов.

2. Форма промежуточного контроля:

- практическая работа, позволяет проконтролировать качество знаний и навыков по определенной теме;
- самостоятельная контрольная работа, предназначена для практической комплексной оценки освоения всех разделов курса или части курса по индивидуальному набору вопросов;
- защита проекта.

3. Форма итогового контроля.

Система контроля знаний и умений учащихся представляется в виде учёта результатов по итогам выполнения заданий отдельных кейсов и посредством наблюдения, отслеживания динамики развития обучающегося.

Аттестация по итогам вводного модуля проводится в форме защиты проекта.

Таким образом, предложенная технология позволяет достичь цели, поставленной педагогом для вводного модуля обучения, является базой для

изучения, что в свою очередь способствует непрерывности и системности образования.

## 1. Комплекс организационно-педагогических условий

### 2.1. Методическое обеспечение

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.

#### 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.

Наиболее удобной формой организации комплексного образовательного решения является блочно-модульная архитектура, включающая в себя решения для организации образовательного процесса в рамках основных наиболее перспективных инженерно-технических направлений образовательного процесса.

В своей деятельности педагоги используют

*Промробоквантум тулкит. Мадин Артурович Шереужев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Фонд новых форм развития образования, 2019 – 60 с.*

### 2.2. Условия реализации программы

#### 2.2.1. Материально-техническое обеспечение программы

<p>Базовый набор LEGO Education WeDo 2.0 45300</p>	<p>Робототехнический конструктор по началам робототехники в начальной школе с интеллектуальным блоком управления и графическим программным обеспечением. В состав конструктора входят не менее 270 пластиковых деталей – кубики, пластины, оси, колеса, шестерни, а также следующие электронные компоненты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Микрокомпьютер, снабженный:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- не менее двумя разъёмами для подключения электромоторов и датчиков, лампочек, четырьмя разъёмами для датчиков,</li> <li>- светодиодом с программируемой подсветкой</li> </ul>             Микрокомпьютер должен поддерживать не менее одного протокола беспроводной передачи данных.           </li> <li>2. Датчик движения. Он позволяет обнаруживать объекты на расстоянии до 15 см.</li> <li>3. Датчик наклона. Он позволяет определять различные типы перемещения модели: наклоны в стороны, перемещение вверх или вниз, тряску.</li> </ol> <p>Программное обеспечение должно обеспечивать графический интерфейс для программирования робота и содержать примеры</p>
--	---

	программ
Робокидс 2	Робототехнический конструктор по началам робототехники в начальной школе с блоком управления. В состав конструктора входят не менее 340 пластиковых деталей, в том числе: пластины, гайки, болты, колеса, моторы, датчик цвета, датчик звука, датчик нажатия, доска кодирования блоками, Bluetooth модуль
LE набор с запасными частями WeDo 3 2000715	Ресурсный набор должен содержать пластиковые конструктивные элементы, совместимые с элементами базового набора и позволяющие разрабатывать фиксированные и подвижные соединения
Аккумуляторная батарея ЛЕГО	Специализированный модуль аккумуляторной батареей, являющийся конструктивно и электрически совместимым с элементной базой и устройствами (программируемый блок управления) базового набора
Зарядное устройство ЛЕГО 45517	Зарядное устройство для зарядки аккумуляторной батареи базового набора
Средний мотор WeDo 2.0 45303	Специализированный мотор, предназначенный для применения с устройствами, входящими в состав базового набора, а также конструктивно совместимый с пластиковыми элементами базового набора
Ресурсный набор LEGO MINDSTORMS Education EV3 45560	Ресурсный робототехнический набор должен содержать пластиковые конструктивные элементы, элементы механических передач, колеса и диски, совместимые с элементами базового робототехнического набора
Датчик цвета EV3 45506	Датчик цвета должен быть электрически и конструктивно совместим с элементами и устройствами базового робототехнического набора. Датчик цвета должен различать до 7 различных оттенков цветов
Ультразвуковой датчик EV3 45504	Ультразвуковой датчик должен быть электрически и конструктивно совместим с элементами и устройствами базового робототехнического набора. Ультразвуковой датчик должен обеспечивать режим поиска активных ультразвуковых излучателей
VEX IQ 278-3670 + VEX IQ 278-3670-P + камера	Дополнительный набор должен содержать пластиковые конструктивные элементы и элементы механических передач для разработки механизированных моделей роботов и производственных механизмов, систему технического зрения обучаемую на распознавание цвета и геометрического примитива
mBot Ranger Robot Kit ( Bluetooth Version) + mBot Ranger add-on pack Laser Sword + Robot Arm Add-on Pack for Starter Robot Kit-Blue, Electronic Add-on Pack for Starter Robot Kit + Short Beam 0824 Robot Pack -Blue + Medium Beam 0824 Robot Pack-Blue + Beam0808 Robot Pack -Blue +	Набор позволяет организовать обучение основам робототехники, как в учебном процессе, так и для участия в соревнованиях. Набор позволяет собрать 59 моделей (с набором идет руководство по сборке моделей с картинками и схемами). Набор включает в себя 1015 элементов (колеса, гусеничные звенья, батарейный отсек, Bluetooth передатчик плата, модуль, оси, планки, опоры, гайки, кабеля, базовая плата, инфракрасный датчик, контактный выключатель, зуммер, мотор, сервомотор)

<p>Robot Motion Pack-Blue + Robot Servo Pack-Blue x 2 + 25mm DC Motor Pack-Blue + Thread Drive Pack V2.0-Blue + Ресурсный набор Hardware Pack (Nickel-plated Screws) + Timing Belt Motion Pack-Blue + Bracket Robot Pack-Blue + Bluetooth Dongle</p>	
<p>AR-RSK-LBR Образовательный робототехнический комплект "СТЕМ Лаборатория" (STEM/STEAM Лаборатория)</p>	<p>Образовательный робототехнический комплект, позволяющий применять его для индивидуальных и групповых занятий, в том числе для одновременной разработки двух роботов на базе контроллеров различного типа и разработки систем управления групповым взаимодействием робототехнических комплексов</p>
<p>AR-RRK-RKV-01 Ресурсный робототехнический комплект "СТЕМ Лаборатория" (STEM/STEAM Лаборатория)</p>	<p>Робототехнический комплект для изучения принципов проектирования робототехнических систем, состоящих из ряда различных подсистем, изучения основ системного анализа, изучения принципов функционирования элементной базы робототехнических комплексов, используемых в профессиональной деятельности</p>
<p>VEX EDR 276-2750+276-0007+276-0005</p>	<p>Универсальная платформа для разработки робототехнических комплексов повышенной грузоподъемности. В состав набора входит комплект для разработки мобильной платформы и манипуляционного робота, а также два типа устройств управления - программируемый контроллер и встраиваемый одноплатный компьютер. В состав набора должен входить дополнительный комплект для разработки пневматических систем</p>
<p>AR-RSK-ACD Образовательный робототехнический комплект "СТЕМ Академия" (STEM/STEAM Академия)</p>	<p>Двухуровневая образовательная система для изучения базовых основ проектирования робототехнических систем и развития углубленных профориентационных знаний в области многокомпонентных робототехнических систем, антропоморфных и гуманоидных роботов. В состав комплекта должны входить интеллектуальные сервомодули с интерфейсом управления на базе последовательной шины, что обеспечивает возможность подключения к программируемому контроллеру до 250 различных устройств. В состав комплекта должны входить три типа программируемых контроллера, модуль технического зрения, сенсорные устройства. Комплект должен позволять разработать макет промышленной автоматизированной ячейки на базе трех манипуляционных роботов, синхронизировано работающих в процессе выполнения промышленной задачи</p>
<p>Официальный комплект оборудования для соревнований EuroSkills</p>	<p>Комплект на базе платформы myRIO и среды графической разработки. Комплект должен состоять из деталей и комплектующих для сборки модели механического робота,</p>

и WorldSkills Championship-2018 от Studica	промышленного программируемого контроллера и программного обеспечения для управления. Два режима работы робота: 1. Ручной – управляет оператор, все действия контролируются оператором. Управление происходит за счет пульта управления. 2. Автономный – управляет сам робот за счет алгоритма прошитого в контроллере управления
Комплект по мобильной робототехнике WorldSkills Junior 2018-2019 от Studica	Комплект на базе платформы myRIO и среды графической разработки. Комплект должен состоять из деталей и комплектующих для сборки модели механического робота, промышленного программируемого контроллера и программного обеспечения для управления
AR-AMR-EDU-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки автономных мобильных роботов	Комплект должен позволять разрабатывать модель автономного мобильного робота, оснащенного двумя интеллектуальными сервомодулями со встроенной системой автоматического управления, лазерным сканирующим дальномером и системой стереозрения. Автономный мобильный робот должен обладать функциональными возможностями и встроенным программным обеспечением для сбора информации о состоянии окружающей обстановки, построения карты окружающего пространства, планирования и следования по оптимальному маршруту. Конструкция мобильного робота должна быть выполнена по блочно-модульному типу и должна содержать библиотеки конструктивных элементов для прототипирования отдельных элементов с целью расширения функциональных возможностей мобильного робота и установки на него манипуляционных систем. В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования в текстовом редакторе на подобии Arduino IDE, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав комплекта должна входить виртуальная модель манипулятора для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды
Учебно-лабораторный комплект для разработки автономных мобильных роботов на базе Turtlebor 3 с системой технического зрения	Комплект должен позволять разрабатывать модель автономного мобильного робота, оснащенного двумя интеллектуальными сервомодулями со встроенной системой автоматического управления, лазерным сканирующим дальномером и системой стереозрения. Автономный мобильный робот должен обладать функциональными возможностями и встроенным программным обеспечением для сбора информации о состоянии окружающей обстановки, построения карты окружающего пространства, планирования и следования по оптимальному маршруту. Конструкция мобильного робота должна быть выполнена по блочно-модульному типу и должна содержать библиотеки конструктивных элементов для прототипирования отдельных элементов с целью расширения функциональных возможностей мобильного робота и установки на него манипуляционных систем. В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования в текстовом редакторе на подобии Arduino IDE, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав

	комплект должна входить виртуальная модель манипулятора для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды.
AR-RTK-ML-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки манипуляционных роботов с угловой кинематикой	<p>Комплект должен позволять разрабатывать модель манипуляционного робота с угловой кинематикой. В состав комплекта должны входить интеллектуальные сервомодули трех различных типов. Интеллектуальные сервомодули должны представлять собой модуль, включающий привод постоянного тока, интегрированную систему управления с тремя контурами автоматического регулирования и датчиком положения вала. Интеллектуальные сервомодули должны иметь последовательный интерфейс управления для коммутации друг с другом посредством последовательной шины. В состав комплекта должен входить схват манипулятора (захватное устройство) с крепежным элементом для установки модуля технического зрения. Модуль технического зрения должен представлять собой устройство со встроенной оптической системой и микроконтроллером, выполняющим все основные вычисления на борту, а так же передачу данных по последовательной интерфейсной шине, совместимой с шиной управления сервомодулями. В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав комплекта должна входить виртуальная модель манипулятора для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды.</p> <p>Комплект предназначен для организации учебно-лабораторных занятий в старших классах школы, техникумах и ВУЗах, а также для участия в соревнованиях по регламенту WorldSkills</p>
AR-RTK-PML-02 Учебно-лабораторный комплект для разработки манипуляционных роботов с плоско-параллельной кинематикой	<p>Комплект должен позволять разрабатывать модель манипуляционного робота с плоско-параллельной кинематикой. В состав комплекта должны входить интеллектуальные сервомодули трех различных типов. Интеллектуальные сервомодули должны представлять собой модуль, включающий привод постоянного тока, интегрированную систему управления с тремя контурами автоматического регулирования и датчиком положения вала. Интеллектуальные сервомодули должны иметь последовательный интерфейс управления для коммутации друг с другом посредством последовательной шины.</p> <p>В состав комплекта должен входить схват манипулятора (захватное устройство) с крепежным элементом для установки модуля технического зрения. Модуль технического зрения должен представлять собой устройство со встроенной оптической системой и микроконтроллером, выполняющим все основные вычисления на борту, а так же передачу данных по последовательной интерфейсной шине, совместимой с шиной управления сервомодулями. В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования в текстовом редакторе на подобии Arduino IDE, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав комплекта входит виртуальная модель</p>

	<p>манипулятора для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды.</p> <p>Комплект предназначен для организации учебно-лабораторных занятий в старших классах школы, техникумах и ВУЗах, а также для участия в соревнованиях по регламенту WorldSkills</p>
<p>AR-RTK-DML-02</p> <p>Учебно-лабораторный комплект для разработки манипуляционных роботов с дельта кинематикой</p>	<p>Комплект должен позволять разрабатывать модель манипуляционного робота DELTA-типа. В состав комплекта должны входить интеллектуальные сервомодули двух различных типов. Интеллектуальные сервомодули должны представлять собой модуль, включающий привод постоянного тока, интегрированную систему управления с тремя контурами автоматического регулирования и датчиком положения вала. Интеллектуальные сервомодули должны иметь последовательный интерфейс управления для коммутации друг с другом посредством последовательной шины. В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования в текстовом редакторе на подобии Arduino IDE, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав комплекта должна входить виртуальная модель манипулятора для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды</p>
<p>AR-RTK-CBL-02</p> <p>Учебно-лабораторный комплект для разработки конвейерных линий</p>	<p>Комплект должен представлять собой набор для разработки конвейерных линий, синхронизируемых друг с другом и с учебно-лабораторными комплектами для разработки манипуляционных роботов.</p> <p>В состав комплекта должно входить программное обеспечение для программирования в текстовом редакторе, программировании с помощью скриптов на языке Python, разработки систем управления на основе ROS. Так же в состав комплекта должна входить виртуальная модель манипулятора для моделирования алгоритмов систем управления с помощью графической среды</p>
<p>KUKA</p>	<p>Учебная ячейка на базе шестистепенного промышленного манипулятора, оснащенная дополнительным навесным оборудованием: иммитатор дуговой сварки, иммитатор лазерной сварки, электромеханический захват, пневматическая присоска, магнитный захват, инструмент для рисования на магнитной доске, система технического зрения. Поставляется в комплекте с САМ системой и учебно-методическим комплексом</p>

### 2.2.2. Информационное обеспечение программы

Аппаратные средства:

- мультимедийные персональные компьютеры – компьютерный класс;
- мультимедиа проектор;
- принтер;
- сканер;
- локальная сеть;
- глобальная сеть;

- телекоммуникационный блок, устройства, обеспечивающие подключение к сети; устройства вывода звуковой информации;
- устройства для ручного ввода текстовой информации и манипулирования экранными объектами;
- устройства для записи (ввода) визуальной и звуковой информации.

Программные средства:

- 1) операционные системы: семейства Windows;
- 2) файловый менеджер (в составе операционной системы или др.);
- 3) антивирусная программа;
- 4) графический редактор Microsoft Paint;
- 5) программы-архиваторы;
- 6) клавиатурный тренажер;
- 7) интегрированное офисное приложение, включающее текстовый редактор, текстовый процессор Microsoft Word, растровый графический редактор, программу разработки презентаций Microsoft Power Point (полный пакет офисных приложений Microsoft Office);
- 8) мультимедиа проигрыватель (входит в состав операционных систем или др.);
- 9) звуковой редактор.
- 10) Браузер – обозреватель Internet Explorer (входит в состав операционных систем), Opera или др.
- 11) программное обеспечение: ПервоРобот NXT 2.0 и среда программирования для EV3.

### **2.2.3. Дидактическое обеспечение программы**

Используется: демонстрационный материал (презентации), раздаточный материал – карточки по темам, таблицы.

### **2.2.4. Кадровое обеспечение реализации программы**

Педагог, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование в области, соответствующей профилю квантума; желателен опыт работы со школьниками разного возраста, высокий личностный и культурный уровень, творческий потенциал. Компетенции: организация собственной работы и поддержание необходимого уровня работоспособности, обучение и развитие наставляемых, обеспечение высокого уровня мотивации наставляемых, оценка и контроль наставляемых, управление образовательными проектами, проведение игропрактических мероприятий.

### 2.3. Оценочные материалы

На протяжении работы вводного модуля наставник оценивает работу участников квантума по индикаторам освоения программы 1-10, представленным в Таблице 1 (от 0 до 50 баллов в сумме). Индикатор 11 формируется по итогам защиты проектной работы. Для этого наставником заполняется лист экспертной оценки проектной работы «Качество выполнения и представления итоговой проектной работы», представленный в Таблице 2 (0-50 баллов). К работе аттестационной комиссии в качестве экспертов могут быть привлечены участники квантума, а также представители промышленных предприятий, сферы бизнеса, научного сообщества.

**Таблица 1**

<b>№ п/п</b>	<b>Индикаторы освоения программы</b>	<b>Баллы</b>
1.	Понимание терминов «автоматизация» и «роботизация», «система управления», «объект управления», «управляющий сигнал»	0-5
2.	Знание и понимание состава и структуры типовых конструкций промышленных роботов	0-5
3.	Знание и понимание состава и структуры приводов для промышленных роботов	0-5
4.	Способность расчёта требуемой рабочей области манипулятора при выполнении технологической операции	0-5
5.	Способность подбора необходимого рабочего органа и оснастки для выполнения простейших технологических операций	0-5
6.	Способность запрограммировать робота с использованием пульта управления	0-5
7.	Навык получения программы перемещений робота для выполнения технологических операций с использованием САМ-пакетов	0-5
8.	Навык калибровки нового рабочего инструмента манипулятора	0-5
9.	Навык калибровки новой базы	0-5
10.	Навык работы в САД-системах для проектирования новой оснастки промышленного манипулятора	0-5
11.	Качество выполнения и представления итоговой проектной работы	0-50
<b>Итого</b>		<b>0-100</b>

Таблица 2

**Оценочный лист экспертной оценки проектной работы  
«Качество выполнения и представления итоговой проектной работы»**

Критерии оценки		Оценка наставника	Оценка экспертов (участников квантума)	Средний балл
1. Достигнутый результат (до 10 баллов)				
2. Оформление проекта (до 5 баллов)				
Защита проекта	3. Представление (до 5 баллов)			
	4. Ответы на вопросы (до 10 баллов)			
Процесс проектирования	5. Интеллекту- альная активность (до 5 баллов)			
	6. Творчество (до 5 баллов)			
	7. Практическая деятельность (до 5 баллов)			
	8. Умение работать в команде (до 5 баллов)			
	ИТОГО			
Общий итог				

Итоговая аттестация обучающихся осуществляется по 100 бальной шкале, которая переводится в один из уровней освоения образовательной программы согласно таблице:

Набранные обучающимся баллы	Уровень освоения
0-49 баллов	Низкий
50-69 баллов	Средний
70-100 баллов	Высокий

## 2.4. Список литературы и электронных ресурсов Для обучающихся

1. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику: практикум для 5-6 классов / Д.Г. Копосов. – Москва: Бином. лаборатория знаний, 2015. – 292 с.
2. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей / С.А. Филиппов. – СПб.: Наука, 2013. – 319 с.
3. Белиовская Л.Г., Белиовский Н.А. Использование LEGO- роботов в инженерных проектах школьников. Отраслевой подход / Л.Г. Белиовская, Н.А. Белиовский. – Москва: ДМК Пресс, 2016. – 88 с.
4. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino / У. Соммер. – СПб.: БХВ–Петербург, 2016. – 256 с.
5. Петин В.А. Проекты с использованием контролера Arduino / А.В. Петинин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 496 с.
6. Монк С. Програмируем Arduino. Основы работы со скетчами / С. Монк. – СПб.: Питер, 2017. – 208 с.
7. Блум Д. Изучаем Arduino. Инструменты и метод технического волшебства / Д. Блум. – Москва: Эксмо, 2017. – 320 с.
8. Предко М. 123 эксперимента по робототехнике / М. Предко. – Москва: ИТ Пресс, 2007. – 544 с.

## Для педагогов

1. Егоров О.Д. Конструирование механизмов роботов / О.Д. Егоров. Москва: Абрис, 2012. – 450 с.
2. Мамичев Д.И. Простые роботы своими руками, или несерьезная электроника / Д.И. Мамичев. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2016. – 144 с.
3. Петин В.А. Проекты с использованием контролера Arduino / А.В. Петинин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2019. – 496 с.
4. Егоров О.Д., Подураев Ю.В., Бубнов М.А. Робототехнические мехатронные системы / О.Д. Егоров, Ю.В. Подураев, М.А. Бубнов. – Москва: Станкин, 2015. – 326 с.
5. Cook D. Robot Building for Beginners / D. Cook. – Apress, 2015. – 492 p.
6. Williams G. CNC Robotics. Build Your Own Workshop Bot / G. Williams, McGraw-Hill, 2003. – 311 p.
7. Предко М. Создайте робота своими руками на PIC-микроконтроллере / М. Предко. – Москва: ДМК Пресс, 2005. – 401 с.
8. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств / А.П. Лукинов. – Москва: Лань, 2012. – 608 с.
9. Филаретов В.Ф., Лебедев А.В., Юхимец Д.А. Устройства и системы управления подводных роботов / В.Ф. Филаретов, А.В. Лебедев, Д.А. Юхимец. – Москва: Наука, 2007. – 270 с..
10. Гололобов В.Н. С чего начинаются роботы? О проекте Arduino для школьников (и не только) / В.Н. Гололобов. – СПб.: НиТ, 2011. – 189 с.