

*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 непрременной 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 результатыЛичностные

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"> 1. Микрокомпьютер, снабженный: <ul style="list-style-type: none"> - не менее двумя разъёмами для подключения электромоторов и датчиков, лампочек, четырьмя разъёмами для датчиков, - светодиодом с программируемой подсветкой Микрокомпьютер должен поддерживать не менее одного протокола беспроводной передачи данных. 2. Датчик движения. Он позволяет обнаруживать объекты на расстоянии до 15 см. 3. Датчик наклона. Он позволяет определять различные типы перемещения модели: наклоны в стороны, перемещение вверх или вниз, тряску. <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>КУКА</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

№ п/п	Индикаторы освоения программы	Баллы
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
Итого		0-100

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.