

Министерство образования и науки Республики Адыгея
Государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного
образования Республики Адыгея «Центр дополнительного образования детей
Республики Адыгея»

«Согласовано»:
Заместитель директора по
учебно-воспитательной работе
И.И. Платтаренко
«13» 09. 2019 г.



«УТВЕРЖДАЮ»:
Директор ЦДОД
Яцковец А.А.
2019 г.
Приказ № 129 от «13» 09. 2019г.

Принят на заседании
Педагогического совета
Протокол № 1
от «13» 09. 2019 г.

**Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа промробоквантума «Основы
робототехники: инженерная и изобретательская
деятельность»**

Направленность – техническая
Сроки реализации программы – 1 год
Вид программы – модифицированная
Возраст обучающихся – 11-17 лет

г. Майкоп, 2019 год

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В настоящее время процесс информатизации проявляется во всех сферах человеческой деятельности. Использование современных достижений робототехники является необходимым условием успешного развития как отдельных отраслей, так и государства в целом. Создание, внедрение, эксплуатация, а также совершенствование робототехники немислимо без участия квалифицированных и увлеченных специалистов. Стремительный рост развития робототехники ставит новые задачи перед образованием и наукой, изучение классических дисциплин недостаточно для решения таких задач. В связи с этим актуальной задачей является подготовка специалистов сферы робототехники в соответствии с профессиональными требованиями динамично развивающихся отраслей. При этом требуется постоянная актуализации знаний, приобретение новых компетенций, формирование нового типа мышления. В этом смысле важнейшую роль играет процесс изучения базовых основ робототехники еще в школьном возрасте.

Направленность программы

Программа имеет научно-техническую направленность, в связи с этим рассматриваются следующие аспекты изучения:

1. *Технологический.* Содержание программы рассматривается как средство формирования образовательного потенциала, позволяющего развивать наиболее передовые на сегодняшний день технологии — информационные, интегрирующие в себе науку, технологию, инженерное дело.

2. *Общеразвивающий.* Обучение по данной программе создает благоприятные условия для интеллектуального и духовного воспитания личности ребенка, социально-культурного и профессионального самоопределения, развития познавательной активности и творческой самореализации учащихся.

3. *Социально-психологический.* Содержание программы рассматривается как средство формирования навыков эффективной деятельности в проекте, успешной работы в команде, развития стрессоустойчивости, эмпатических способностей, умения распределять приоритеты и пользоваться инструментами планирования, а также креативного и инженерно-технического мышления.

Актуальность программы.

Актуальность программы обусловлена социальным заказом общества на технически грамотных специалистов в области промышленной робототехники, максимальной эффективностью развития технических навыков со школьного возраста, передачей сложного технического материала в простой доступной форме, реализацией проектной деятельности обучающимися на базе современного оборудования, реализацией личностных потребностей и жизненных планов. Учитывается и междисциплинарность технологий робототехники.

Данная программа дает возможность детям творчески мыслить, находить самостоятельные индивидуальные решения, а полученные умения и навыки применять в жизни. Развитие творческих способностей помогает также в профессиональной ориентации подростков.

Отличительные особенности программы

Ценность, новизна программы состоит в том, что в ней уделяется большое внимание проектной деятельности. Программа основана на принципах развивающего обучения, способствует повышению качества обучения, формированию алгоритмического стиля мышления и усилению мотивации к обучению. Использование таких методов как командная работа, поиск проблем и их практическое решение, анализ и обобщение опыта, подготовка исследовательских и инженерно-технических проектов и их защита, элементы соревнований, неизбежно изменит картину восприятия учащимися технических дисциплин, переводя их из разряда умозрительных в разряд прикладных.

Педагогическая целесообразность программы

Педагогическая целесообразность данной программы заключается в том, что она отвечает потребностям общества в постоянном обновлении и расширении профессиональных компетенций. Необходимо улавливать самые перспективные тенденции развития мировой конъюнктуры, шагать в ногу со временем. В процессе реализации данной программы формируются и развиваются умения и навыки в области робототехники, новые компетенции, которые необходимы всем для успешности в будущем.

Цель и задачи программы

Цель программы – привлечение обучающихся к проектной работе в области инженерной и изобретательской деятельности, повышение интереса обучающихся к промышленной робототехнике, инновационности и перспективности данного направления, формирование у обучающихся представления о физических процессах и технических решениях, которые лежат в основе проектирования, конструирования и программирования промышленных роботов.

Задачи:

Образовательные:

- дать представление о значении робототехники в развитии общества и изменении характера труда человека;
- познакомить с основными понятиями робототехники непосредственно в процессе создания технического продукта;
- выработать навыки применения технических средств в повседневной жизни, при выполнении индивидуальных и коллективных проектов, при дальнейшем освоении будущей профессии;
- познакомить с базовой частью математического аппарата, применяемого в программировании современных электронных вычислительных машин и микропроцессорной техники;
- обучить методам программирования на языках, применяемых в современных микроконтроллерах, и работе в интегрированных средах разработки;
- обучить навыкам конструирования сложных систем, управляемых

- микроконтроллерами и миникомпьютерами;
- сформировать навыки проектирования робототехнических конструкций, создания программ и их отладки на технических проектах;
- научить проектировать, осуществлять макетное моделирование разного уровня сложности;
- формировать и развивать навыки публичного выступления.

Развивающие:

- развитие творческих способностей учащихся, познавательных интересов, развитию индивидуальности и самореализации;
- расширение технологических навыков при подготовке различных информационных материалов;
- развитие познавательных способностей ребенка, памяти, внимания, пространственного мышления, аккуратности и изобретательности при работе с техническими устройствами, создании электронных устройств и выполнении учебных проектов;
- формировать творческий подход к поставленной задаче;
- развитие навыков инженерного мышления, умения работать как по предложенным инструкциям, так и находить свои собственные пути решения поставленных задач;
- развитие навыков эффективной деятельности в проекте, успешной работы в команде;
- развитие воли, терпения, стрессоустойчивости;
- развитие способности к самоанализу, самопознанию;
- формирование навыков рефлексивной деятельности.

Воспитательные:

- формирование организаторских и лидерских качеств;
- воспитание ответственности, самоорганизации, дисциплинированности;
- формирование чувства коллективизма и взаимопомощи;
- воспитание уважения к труду, трудолюбия;
- воспитание чувства патриотизма, гражданственности, гордости за достижения отечественной науки и техники.

Категория обучающихся

Программа предназначена для детей, проявляющих интерес к прикладному программированию, конструированию, мехатронике, информационным технологиям в целом, стремящимся к саморазвитию, профессиональному самоопределению.

Возраст обучающихся: 15-17 лет

Наполняемость группы: 12 человек.

Состав группы: разновозрастной.

Условия приема детей

На курсы программы зачисляются все желающие при наличии свободных мест.

Срок реализации программы: 1 год.

Объем и структура программы:

Программа состоит из 3-х модулей по 72 часа, всего 216 часов:

Вводный модуль «Основы робототехники»;

Вводный модуль «Промышленные робототехнические системы»;

Углубленный модуль «Промышленные робототехнические системы»;

Режим обучения: Занятия проводятся - 3 раза в неделю по 2 академических часа с десятиминутным перерывом, что определяется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами Сан-ПиН 2.4.4.3172-14.

Форма реализации программы — очная с использованием электронного обучения.

Под электронным образованием понимается реализация образовательных программ с использованием информационно - образовательных ресурсов, информационно-коммуникационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу информационно-образовательных ресурсов и взаимодействие участников образовательного пространства.

Формы организации деятельности обучающихся

При изучении тем программа предусматривает использование фронтальной, индивидуальной и групповой формы учебной работы обучающихся:

- *фронтальная форма* - для изучения нового материала, информация подаётся всей группе до 12 человек;
- *индивидуальная форма* - самостоятельная работа учащихся, педагог может направлять процесс в нужную сторону;
- *групповая форма* помогает педагогу сплотить группу общим делом, способствует качественному выполнению задания, для реализации проектной деятельности в малых группах (3-5 человек).

Методы обучения

Будут реализованы активные методы обучения такие, как:

- метод проектов;
- кейс метод.
- датаскаутинг.

По способу организации занятий — словесные, наглядные, практические.

Типы занятий: теоретические, практические, комбинированные.

Ожидаемые результаты

В результате освоения программы обучающийся должен приобрести следующие знания, умения и навыки:

знать:

- правила работы с компьютером и технику безопасности;

- назначение и функции используемых технических модулей;
- знание и понимание основных методов и инструментов производственной автоматизации;
- знание и понимание устройства промышленного манипулятора;
- назначение и основные возможности электронных вычислительных машин;
- виды компьютерного моделирования;
- правила создания и представления мультимедийной презентации;
- основные свойства алгоритма, типы алгоритмических конструкций: следование, ветвление, цикл; понятие вспомогательного алгоритма;
- основные функции и принцип работы микроконтроллера;
- особенности работы с интегрированной средой разработки для программирования контроллеров Lego EV3, Arduino, Raspberry Pi, MakeBlock, RobotisSTEM;
- активные электронные компоненты и способы их подключения;
- базовые и сложные конструкции, способы организации процедуры функций в языках программирования C++, Python 3
- основы мехатроники;
- знание техники ведения проектной деятельности и принципов тайм-менеджмента.

уметь:

- создавать информационные объекты, в том числе:
- создавать и использовать различные формы представления информации: формулы, графики, диаграммы, таблицы (в том числе динамические, электронные, в частности – в практических задачах), переходить от одного представления данных к другому;
- создавать эскизы, чертежи, графические представления реального объекта, в частности, в процессе проектирования с использованием основных операций систем автоматизированного проектирования;
- искать информацию с применением правил поиска в компьютерных сетях, некомпьютерных источниках информации (справочниках и словарях, каталогах, библиотеках) при выполнении заданий и проектов по различным темам;
- описать производственный процесс в виде машины состояний;
- рассчитать геометрические характеристики промышленного манипулятора;
- пользоваться пультом управления промышленным манипулятором
- программировать сложные перемещения промышленного манипулятора;
- пользоваться персональным компьютером и его периферийным оборудованием (принтером, сканером, модемом, мультимедийным проектором, цифровой камерой, цифровым датчиком);
- следовать требованиям техники безопасности, гигиены, эргономики и ресурсосбережения при работе со средствами информационных и коммуникационных технологий;
- эффективно использовать интегрированную среду разработки;

- разрабатывать программные и технические проекты на основе использования разных технологий программирования и конструирования;
- разрабатывать и собирать программируемые электронные устройства;
- подключать и программировать работу аналоговых и цифровых датчиков с различными микроконтроллерами;
- умение программно включать периферийного оборудования.
- писать код программы на языках C++, Python 3
- работать с ручными и электронными инструментами;
- формировать цели, ставить задачи для её достижения в ходе решения проблемных ситуаций;
- эффективно работать в команде;
- презентовать себя, свой продукт, свою команду;
- мыслить творчески, придумывать и воплощать в жизнь свои идеи

обладать навыками:

- исследовательской, проектной и социальной деятельности, строить логическое доказательство;
- проектирования, разработки, документирования и представления собственных проектов в составе команды;
- самообразования - периодической оценкой своих успехов и собственной работы самими обучающимися;
- коммуникации - сотрудничество и работа в команде, успешное распределение ролей.
- монтажа электронных компонентов;
- создания макетов и моделей проектов;
- работы с современным технологическим оборудованием;
- проектирования и производства рабочих органов и оснасток промышленных манипуляторов с интерфейсами подключения к системе управления;
- реализации револьверной насадки;
- создания оснастки для обслуживания 3D-принтера, фрезерного станка;
- начальные навыки создания законченного ПО для выполнения промышленным манипулятором функционала, необходимого для технологического процесса;
- начальные навыки офлайн-программирования манипулятора с использованием специализированных сред и библиотек, в том числе высокоуровневых языков.
- создания программного обеспечения, учитывающего возможность использования оснастки для промышленного манипулятора, в том числе интеллектуальной

Учебно-тематический план

Вводный модуль «Основы робототехники»

№	Наименование кейса, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
Кейс 1. Мобильный робот с точным позиционированием.		7	13	20
1.	Тема 1.1. «LegoEducationEV 3» - знакомство основными компонентами набора: блок управления, датчики, конструктивные элементы и т.д.	1	1	2
2.	Тема 1.2. Дифференциальная платформа. Основные понятия. Получение формулы зависимости координат робота от времени и скорости вращения колес.	2	2	4
3.	Тема 1.3. Обзор ПО. Среда программирования LegoMindstormsEV3	1	1	2
4.	Тема 1.4. Введение в графическое программирование. Понятие алгоритма, блок-схемы. Основные преимущества графического программирования.	3	3	6
5.	Тема 1.5. Алгоритм управления роботом для прибытия его в заданную точку координат без учета внешних факторов (препятствия)	-	2	2
6.	Тема 1.6. Мобильный робот с позиционированием по заданным координатам, с учетом препятствий	-	2	2
7.	Тема 1.7. Презентация полученных результатов. Рефлексия.	-	2	2
Кейс 2. Манипулятор Robot Arm H25 EV3.		1	11	12
8.	Тема 2.1. Введение в механику роботов.	1	1	2
9.	Тема 2.2. Сборка манипулятора	-	2	2
10.	Тема 2.3. Создание алгоритма по перемещению грузов. Согласованная работа 3-х приводов.	-	4	4
11.	Тема 2.4. Усложнение алгоритма – сортировка грузов по цвету. Добавление в конструкцию манипулятора необходимых датчиков. Учесть переполнение	-	2	2
12.	Тема 2.5. Презентация полученных результатов. Рефлексия.	-	2	2
Кейс 3. Автоматический погрузчик, роботизированная рука на гусеничном ходу (ULTIMATEROBOTKITV2.0)		10	30	40
13.	Тема 3.1. Основы Computer Science (CS). Знакомство с микроконтроллерами.	2	2	4

14.	Тема 3.2. Введение в текстовое программирование. C++	5	5	10
15.	Тема 3.3. Основы электроники, электротехники, законы Ома.	1	1	2
16.	Тема 3.4. Знакомство с Arduino. ArduinoIDE.	1	3	4
17.	Тема 3.5. Сборка робота.	1	1	2
18.	Тема 3.6. Текстовая программа в среде ArduinoIDE	-	16	16
19.	Тема 3.7. Презентация полученных результатов. Рефлексия	-	2	2
ИТОГО:		18	54	72

Вводный модуль «Промышленные робототехнические системы»

№	Наименование кейса, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
Кейс 1. Главное правило робототехники		1	5	6
1.	Тема 1.1. Знакомство с промышленной робототехникой	1	1	2
2.	Тема 1.2. Создание аналитического обзора о роботизации	-	2	2
3.	Тема 1.3. Презентация итогов работы и обсуждение	-	2	2
Кейс 2. Смена плана.		1	7	8
4.	Тема 2.1. Ознакомление с промышленным роботом, постановка проблемной ситуации поиск идей для решения задач в рамках проблемной ситуации	1	1	2
5.	Тема 2.2. Составить схему роботизации процесса.	-	2	2
6.	Тема 2.3. Собрать готовую конструкцию.	-	2	2
7.	Тема 2.4. Презентовать полученный артефакт	-	2	2
Кейс 3. Автономная 3D печать. Аппаратное решение автоматического обслуживания 3D-принтера.		2	12	14
8.	Тема 3.1. Познакомиться с промышленной робототехникой, произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения	1	1	2
9.	Тема 3.2. Формализовать технологический процесс в виде машины состояний	1	1	2

10.	Тема 3.3. Разработать систему передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором	-	2	2
11.	Тема 3.4. Модификация подложки 3D-принтера.	-	2	2
12.	Тема 3.5. Подготовить рабочий орган манипулятора.	-	2	2
13.	Тема 3.6. Синхронизировать работу всех компонентов.	-	2	2
14.	Тема 3.7. Публичная демонстрация результатов	-	2	2
Кейс 4. Светящееся время.		2	18	20
15.	Тема 4.1. Выявление способа роботизации процесса	1	1	2
16.	Тема 4.2. Создать конструкцию часов	-	2	2
17.	Тема 4.3. Реализовать процесс нанесения рисунка на часы	-	2	2
18.	Тема 4.4. Спроектировать процесс сборки часов	-	2	2
19.	Тема 4.5. Определить способ моделирования процесса	1	1	2
20.	Тема 4.6. Смоделировать весь процесс	-	2	2
21.	Тема 4.7. Реализовать рабочий орган и необходимую оснастку манипулятора	-	2	2
22.	Тема 4.8. Отладить программное обеспечение.	-	2	2
23.	Тема 4.9. Запустить систему	-	2	2
24.	Тема 4.10. Публичная демонстрация результатов.	-	2	2
Кейс 5. Автоматизированная сортировка. Праздничный набор.		1	23	24
25.	Тема 5.1. Познакомиться с промышленной робототехникой, произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.	1	1	2
26.	Тема 5.2. Составить схему роботизации процесса.	-	2	2
27.	Тема 5.3. Спроектировать окружение промышленного робота.	-	2	2
28.	Тема 5.4. Определить способы перемещения объектов	-	2	2
29.	Тема 5.5. Спроектировать рабочий орган.	-	2	2

30.	Тема 5.6. Подключение системы технического зрения.	-	2	2
31.	Тема 5.7. Проектирование системы отгрузки.	-	2	2
32.	Тема 5.8. Отладить алгоритмы работы с внешними устройствами.	-	2	2
33.	Тема 5.9. Написать программное обеспечение	-	2	2
34.	Тема 5.10. Отладить программное обеспечение.	-	2	2
35.	Тема 5.11. Запустить систему	-	2	2
36.	Тема 5.12. Публичная демонстрация результатов	-	2	2
ИТОГО		7	65	72

Углубленный модуль «Промышленные робототехнические системы»

№	Наименование кейса, темы	Количество часов		
		Теория	Практика	Всего
Кейс 1. Мобильный робот с двухуровневой системой управления. Робот – инспектор.		12	30	42
1.	Тема 1.1 Микроконтроллер Arduino. Драйвер. Подключение приводов. ШИМ	1	1	2
2.	Тема 1.2 Микрокомпьютер Raspberry PI	1	1	2
3.	Тема 1.3 Введение в Raspbian, установка на Raspberry PI	1	3	4
4.	Тема 1.4 Введение в ROS. Установка и настройка на Raspberry PI	2	2	4
5.	Тема 1.5 Язык программирования Python. Знакомство. Установка на Raspberry PI	1	1	2
6.	Тема 1.6 Язык программирования Python. Краткий курс	5	5	10
7.	Тема 1.7 Модуль технического зрения TrackingCam.	1	5	6
8.	Тема 1.8 Сборка робота. Программирование в Arduino IDE. Программирование Raspberry PI на Python	-	6	6
9.	Тема 1.9 Наделить робота функциями инспектора.	-	4	4
10.	Тема 1.10 Презентация полученных результатов. Рефлексия.	-	2	2
Кейс 2. Роботы на приводах Dinamixel		4	12	16

11.	Тема 1.1 Среда разработки R+Task 2.0	2	2	4
12.	Тема 1.2 Знакомство с сервоприводами Dinamixе 1. Свойства	2	2	4
13.	Тема 1.3 Построить андроида и запрограммировать его на танец	-	8	8
Кейс 3. Манипулятор кобот		-	14	14
14.	Тема 1.1 Разделение труда	-	6	6
15.	Тема 1.2 Устранение возможных ошибок	-	8	8
ИТОГО:		16	56	72

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Вводный модуль «Основы робототехники».

Кейс №1 Мобильный робот с точным позиционированием.

Цель – Данный кейс предназначен для получения учащимися базовых навыков конструирования и программирования мобильных роботов для решения прикладных задач. Робототехники. *Артефакт по итогам освоения кейса.* Мобильный робот, приезжающий в заданные координаты по заранее неизвестной местности (объезд препятствий, вернуться в исходную точку при невозможности попасть в заданные координаты.).

Тема 1.1. «Lego Education EV 3» - знакомство с основными компонентами набора: блок управления, датчики, конструктивные элементы и т.д.

Теория: знакомство с «Lego Education EV 3». Перечень деталей, их название, датчики, моторы. Основные принципы работы. Блок управления.

Практика. Сборка трибота (дифференциальная платформа). Подключение необходимых датчиков. Освоить работу с блоком управления через кнопки.

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

Тема 1.2. Дифференциальная платформа. Основные понятия. Получение формулы зависимости координат робота от времени и скорости вращения колес

Теория: Основные геометрические понятия, необходимые для решения задачи. Ввод понятия синуса, косинуса. Движение по окружности. Основы кинематики, понятие линейной, угловой скорости, ввод понятия радиан.

Практика: Вывод формулы.

Компетенции: применять на практике знания в области математики, физики, пользоваться математическим аппаратом для решения прикладных задач.

Тема 1.3. Обзор ПО. Среда программирования LegoMindstormsEV3

Теория: Визуальные языки программирования. Программные блоки, палитры программирования. Подключение программируемого блока с использованием беспроводных интерфейсов.

Практика: выполнить несколько промежуточных заданий по программированию робота, задать простейшие команды роботу – движение, управление кнопками, взаимодействие с датчиками.

Компетенции: ориентироваться в различных средах программирования, навыки работы с ПК

Тема 1.4. Введение в графическое программирование. Понятие алгоритма, блок-схемы. Основные преимущества графического программирования.

Теория: Алгоритм, основные понятия, основные алгоритмические конструкции. Блок схемы. Переменные. Многозадачность.

Практика: Усложненные промежуточные задания по программированию робота с применением условий, работы с данными, организацией циклов, подзадач и т.д.

Компетенции: Начальные навыки графического программирования.

Тема 1.5. Алгоритм управления роботом для прибытия его в заданную точку координат без учета внешних факторов (препятствия)

Практика: реализовать в виде алгоритма управления роботом полученную ранее формулу зависимости положения робота от линейных скоростей на левом и правом колесе. Препятствия не учитываются.

Компетенции: Начальные навыки графического программирования.

Тема 1.6. Мобильный робот с позиционированием по заданным координатам, с учетом препятствий

Практика: доработать полученный ранее алгоритм с учетом препятствий, их объезд, при невозможности преодолеть – вернуться на базу, в исходную точку. Оценить погрешность отклонения робота от расчетной позиции.

Компетенции: Навыки программирования в усложняющихся условиях, навыки отладки, устранения ошибок и неточностей.

Тема 1.7. Презентация полученных результатов. Рефлексия

Практика: команды презентуют свои артефакты, делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия.

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

Кейс №2 Манипулятор RobotArmH25 EV3.

Данный кейс предназначен для получения учащимися базовых навыков конструирования и программирования манипуляционных роботов для решения прикладных задач. робототехники, развития навыков конструирования механизмов со сложной кинематической схемой и сложными механическими передачами. **Артефакт по итогам освоения кейса.** Манипулятор, сортирующий грузы по заданным признакам и раскладывающий их в заранее определенные места.

Тема 2.1. Введение в механику роботов.

Теория: Основы механики. Законы Ньютона. Введение понятия Силы, Крутящего момента. Знакомство с зубчатыми передачами. Передаточное число. Червячный механизм. Ременная передача.

Практика: Конструирование простых механизмов. Технология сборки моделей. Выполнить несколько промежуточных заданий по сборке различных механических передач.

Компетенции: Применение теоретических знаний в конструировании механизмов.

Тема 2.2. Сборка манипулятора.

Практика: собрать манипулятор по инструкции. Досконально изучить конструкцию изделия.

Компетенции: Умение работать с документацией.

Тема 2.3. Создание алгоритма по перемещению грузов. Согласованная работа 3-х приводов.

Практика: выработать концепцию решения задачи. Реализовать алгоритм. При разработке активно применять блок-схемы.

Компетенции: Развитие навыков алгоритмизации, графического программирования.

Тема 2.4. Усложнение алгоритма – сортировка грузов по цвету. Добавление в конструкцию манипулятора необходимых датчиков. Учесть переполнение.

Практика: подсоединить к манипулятору датчики цвета, расстояния. Учесть возможность распознавания манипулятором переполнения места под складирование грузов и отказ в перемещении груза (его возврат туда, где взял). Предусмотреть возможность управления режимами манипулятора через кнопки блока управления.

Компетенции: Навыки решения задач в усложняющихся реальных условиях.

Тема 2.5. Презентация полученных результатов. Рефлексия.

Практика: команды презентуют свои артефакты, делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия.

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

Кейс № 3 Автоматический погрузчик, роботизированная рука на гусеничном ходу (ULTIMATE ROBOT KIT V2.0).

Данный кейс предназначен для дальнейшего углубления базовых навыков конструирования и программирования роботов для решения прикладных задач робототехники, с применением текстового программирования на базе Arduino-совместимых контроллеров. **Артефакт по итогам освоения кейса.** Робот-погрузчик, перемещающий по запросу угрозы на / со стеллажей, многоярусных.

Тема 3.1. Основы Computer Science (CS). Знакомство с микроконтроллерами.

Теория: Базовые сведения о принципах работы компьютеров, как устроено все внутри и как работает, архитектура, процессор, память, периферийные устройства. Как работают микроконтроллеры. Понятие бита, байта. Двоичная система исчисления. Шестнадцатеричная система исчисления. Понятие цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразования.

Практика: Преобразование чисел из десятичной системы в двоичную и наоборот. Двоичная логика – побитовые операции.

Компетенции: Понимание принципов работы цифровых устройств, хранения, обработки данных в микроконтроллерах.

Тема 3.2. Введение в текстовое программирование. C++.

Теория: Знакомство с текстовым программированием Введение в C++. Базовые конструкции языка. Переменные. Операторы Типы данных. Функции. Структуры данных. Объекты – простейшие понятия. Понятие компилятор. Процесс компиляции программы.

Практика: Выполнение многочисленных коротких типовых заданий по программированию на C++.

Компетенции: Навыки ориентации в языках программирования, эффективно осваивать сложные концепции, углубление навыков алгоритмизации.

Тема 3.3. Основы электроники, электротехники, законы Ома.

Теория: Основы электротехники. Понятие напряжения, силы тока, сопротивления. Закон Ома. Электрические схемы, обозначения, элементная база.

Практика: Решение задач по электротехнике

Тема 3.4. Знакомство с Arduino. Arduino IDE.

Теория: изучаем плату Arduino, компоненты, цифровые и аналоговые пины. Понятие импульса, ШИМ и т.д. Знакомство с монтажной платой. Элементная база.

Практика: выполняем серию лабораторных работ на Arduino–в среде ArduinoIDE.

Компетенции: Начальное знакомство с цифровой электроникой.

Тема 3.5. Сборка робота.

Теория: Знакомство с конструктором UltimateRobotKit V2.0. Детали. Функциональные возможности.

Практика: собрать роботизированную руку на гусеничном ходу по инструкции.

Компетенции: Навыки сборки роботов из металлических деталей.

Тема 3.6. Текстовая программа в среде Arduino IDE.

Практика: вырабатываем концепцию работы погрузчика: забирает-отвозит на импровизированный склад (стеллажи в несколько ярусов) грузы. Помнит, где какие

грузы лежат. По запросу забирает груз со склада, отвозит и кладет на свободное место новый груз. Составляем алгоритм, реализующий концепцию. Составляем программу в среде ArduinoIDE. Тестирование. Отладка.

Компетенции: Совершенствование навыков текстового программирования.

Тема 3.7. Презентация полученных результатов. Рефлексия.

Практика: команды презентуют свои артефакты, делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия.

Компетенции: Умение объяснить аудитории сложные концепции в готовой отлаженной программе.

Вводный модуль «Промышленные робототехнические системы».

Кейс №1 Главное правило робототехники

Цель – знакомство с промышленной робототехникой, постановка задач для аналитической деятельности. Формирование у обучающихся понимания принципов работы системы управления промышленным манипулятором. Обосновать утверждение – «робот всегда сильнее». **Артефакт по итогам освоения кейса.** Презентация, представленная на общем семинаре.

Тема 1.1. Знакомство с промышленной робототехникой.

Теория. Знакомство с промышленной робототехникой, способами использования роботов, почему робот всегда сильнее человека. основные правила работы с робототехническим оборудованием. основные аспекты автоматизации промышленности.

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

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

Тема 1.2. Создание аналитического обзора о роботизации.

Теория: отвечаем на вопрос: почему же робот всегда сильнее человека.

Практика: формализуем ответ в виде аналитической записки, подкреплённой статистической информацией. Формируем своё мнение о глобальных целях роботизации и повсеместного внедрения искусственного интеллекта. Анализируем текущую ситуацию роботизации в мире и в РФ. В командах методом мозгового штурма генерируем идеи о том, как роботизация может повлиять на экономику и социум. Идеи фиксируем в виде аналитических записок.

Итог занятия: скомпонованные аналитические записки по обсуждённым темам.

Тема 1.3. Презентация итогов работы и обсуждение.

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

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

Кейс № 2 Смена плана.

Цель кейса: формирование у обучающихся понимания принципов работы системы управления промышленным манипулятором. С помощью манипулятора в квантуме снять эффектную сцену с резкой сменой плана и сложными движениями камеры. Ролик, снятый с резкой сменой планов.

Тема 2.1. Ознакомление с промышленным роботом, постановка проблемной ситуации поиск идей для решения задач в рамках проблемной ситуации.

Теория: ознакомление с промышленным роботом, внимательно изучаем положения техники безопасности при работе в квантуме и при работе с промышленным манипулятором.

Практика: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Занимаемся командообразованием и распределением на команды по 4 человека. Анализируем проблемную ситуацию; генерируем идеи, используя различные методы дизайн-мышления.

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

Тема 2.2. Составить схему роботизации процесса.

Практика: выявляем необходимое навесное оборудование для промышленного манипулятора и обосновываем выбор.

Итог занятия: распределение ролей в группах. Определение проектных задач для каждой роли. Утверждённый план реализации проекта. 3D-модель крепления камеры.

Тема 2.3. Собрать готовую конструкцию.

Практика: печатаем трёхмерное крепление, программируем простые перемещения промышленного манипулятора. Осваиваем команды для перемещения робота на языке KRL. Собираем камеры и крепления. Фиксируем их на роботе. Определяем способ дистанционного включения камеры. Формируем программу траекторий перемещения камеры на фланце манипулятора. Компонуем сцену для съёмки. Снимаем ролик.

Итог занятия: распределение ролей в группах. Определение проектных задач для каждой роли. Утверждённый план реализации проекта. 3D-модель крепления камеры.

Тема 2.4. Презентовать полученный артефакт.

Практика: готовим презентацию. Команды демонстрируют снятые ими ролики. Делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия. Обсудить итоги работы.

Итог занятия: проведены межкомандные презентации результатов работы. Обсуждены полученные результаты.

Кейс № 3 Автономная 3D печать (Аппаратное решение автоматического обслуживания 3D-принтера).

Работа с контроллером промышленного манипулятора. Цель кейса: Автоматизация процесса контроля печати, извлечения готовых деталей из 3D-принтера и подготовки к печати новых деталей. Навык составления машины состояний для технологического процесса; навык расчёта рабочей зоны промышленного манипулятора; умение калибровать рабочий инструмент; навык использования цифровых входов и выходов промышленного манипулятора; навык программирования с применением условных операторов и циклов; развитие способности к нетривиальному использованию 3D-принтера; навык программирования контроллеров; навык работы с концевым выключателем. Артефакт по итогам освоения кейса. Аппаратное решение автоматического обслуживания 3D-принтера

Тема 3.1. Познакомиться с промышленной робототехникой, произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Теория: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность).

Практика: анализируем проблемную ситуацию; генерируем и обсуждаем методы её решения и возможности достижения идеального конечного результата. На основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач определяем необходимость формализации состояний оборудования и передачи сигналов о переходах между состояниями.

Итог занятия: формализация состояний оборудования.

Тема 3.2. Формализовать технологический процесс в виде машины состояний.

Теория: знакомимся с идеей, заложенной в аппарате конечных автоматов;

Практика: определяем основные технологические единицы и этапы выполнения технологических операций. Выявляем возможные состояния 3D-принтера, манипулятора. Определяем способы передачи сигнала завершения манипулятору. Составляем структурную схему. Составляем машину состояний агрегатов и их регуляторов.

Итог занятия: структурная схема, машина состояний агрегатов и их регуляторов.

Тема 3.3. Разработать систему передачи дискретного сигнала в систему управления манипулятором.

Практика: изучаем особенности генерации дискретного сигнала о завершении печати, например, с помощью концевого выключателя (при окончании печати подложка опускается и замыкает выключатель). Определяем способ подключения к дискретному входу блока управления манипулятором.

Итог занятия: подключаемся к дискретному входу, тестируем работу.

Тема 3.4. Модификация подложки 3D-принтера.

Практика: определяем механизм выгрузки деталей после печати. Проектируем пробные детали с модифицированными основаниями. Смотрим варианты модификации конструкции самой подложки, например, с возможностью замены;

Тема 3.5. Подготовить рабочий орган манипулятора.

Практика: конструируем рабочий орган под адаптированную подложку деталей, печатаем спроектированную конструкцию на 3D-принтере, осуществляем сборку, фиксацию на фланце манипулятора, калибровку.

Итог занятия: рабочий орган, зафиксированный на фланце манипулятора.

Тема 3.6. Синхронизировать работу всех компонентов

Практика: согласно составленному конечному автомату технологического процесса, пишем программу выгрузки под конкретную деталь с заранее известным положением на подложке 3D-принтера, тестируем и отлаживаем программу на манипуляторе.

Итог занятия: готовая программа.

Тема 3.7. Публичная демонстрация результатов.

Практика: подготовка речи выступления и презентации по итогам работы над кейсом, презентация внутри квантума. Рефлексия. Обсуждение результатов кейса.

Кейс № 4 Светящееся время.

Сделать сувенирную продукцию в виде самодельных часов с нанесённым на циферблат рисунком, который светится ночью. Навык конструирования рабочего инструмента и оснастки для промышленного манипулятора; навык расчёта необходимых сил и скоростей промышленного робота для выполнения

технологической операции; навык работы со станком для лазерной резки; расширение навыков работы в САПР; навык офлайн-программирования промышленного манипулятора. **Артефакт по итогам освоения кейса.** Самодельные часы с нанесённым флуоресцентной краской изображением из геометрических фигур.

Тема 4.1. Выявление способа роботизации процесса.

Теория: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализируем проблемную ситуацию; генерируем и обсуждаем методы её решения и возможности достижения идеального конечного результата

Практика: на основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач генерируем перечень идей для решения проблемной ситуации.

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

Тема 4.2. Создать конструкцию часов

Практика: создаём конструкцию часов, включающую в себя передаточные механизмы из цилиндрических шестерёнок, стрелку, внешний фасад, рамку и т. д., учитывая возможности производства деталей с помощью лазерного гравера и 3D-принтера.

Компетенции: коммуникативность, работа в САПР, конструкторское мышление.

Тема 4.3. Реализовать процесс нанесения рисунка на часы.

Практика: для спроектированных часов придумываем рисунок, который будет наноситься с помощью роботов, реализуем рисунок на ПК в векторном виде. Определяем способ нанесения рисунка. Проектируем способ крепления флуоресцентного маркера на фланце манипулятора.

Компетенции: коммуникативность, работа в САПР, конструкторское мышление.

Тема 4.4. Спроектировать процесс сборки часов.

Практика: изготавливаем детали для часов. Определяем позиции каждого типа деталей в рабочей зоне манипулятора. Разрабатываем конструкцию рабочего органа, пригодного как для сборки, так и для удержания маркера при нанесении рисунка.

Компетенции: системное мышление, структурное мышление, конструкторская работа.

Тема 4.5. Определить способ моделирования процесса.

Практика: определяем способ реализации модели процесса нанесения рисунка на часы. Рассматриваем соответствующее ПО и открытые библиотеки. Изучаем функционал ПО и способы сопоставления контура в САД-системе и виртуальных перемещений манипулятора.

Компетенции: программирование, моделирование робототехнических комплексов.

Тема 4.6. Смоделировать весь процесс.

Практика: с помощью специального ПО моделируем процесс сборки часов, смену рабочего органа, процесс нанесения рисунка. Проверяем отсутствие коллизий. Переносим код на манипулятор.

Компетенции: программирование, моделирование робототехнических комплексов.

Тема 4.7. Реализовать рабочий орган и необходимую оснастку манипулятора.

Практика: с учётом результатов моделирования вносим правки в конструкции рабочих органов и оснастки манипулятора. Изготавливаем, собираем и монтируем манипулятор и рабочее пространство манипулятора. Подключаем рабочий орган и оснастку к цифровым/аналоговым входам и выходам манипулятора.

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

Тема 4.8. Отладить программное обеспечение.

Практика: переносим код из среды моделирования на манипулятор. Настраиваем автоматическую работу манипулятора на сверхмалых скоростях. Синхронизируем работу систем подачи, отгрузки, распознавания.

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

Тема 4.9. Запустить систему.

Практика: запускаем программу в автоматическом режиме, фиксируем этапы работы, готовим материал для отчёта о проделанной работе, готовим КД.

Компетенции: начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

Тема 4.10. Публичная демонстрация результатов.

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

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

Кейс № 5 Праздничный набор.

Цель кейса: формирование у обучающихся понимания принципов работы системы управления промышленным манипулятором. Навык проектирования встраиваемой электроники; навык создания встраиваемого программного обеспечения; расширение навыков конструирования рабочего инструмента и оснастки для промышленного манипулятора; навык моделирования технологического процесса. В рамках кейса обучающиеся знакомятся с конструкцией промышленного манипулятора. Осваивают принципы ручного программирования промышленного манипулятора. Создают программу для совершения операции транспортировки грузов.

Тема 5.1. Познакомиться с промышленной робототехникой, произвести постановку проблемной ситуации и осуществить поиск путей решения.

Теория: представляем проблемную ситуацию в виде физико-инженерного ограничения (отклик на существующую потребность). Анализируем проблемную ситуацию; генерируем и обсуждаем методы её решения и возможности достижения идеального конечного результата.

Практика: на основе проведённого анализа методов автоматизации схожих производственных задач обозначить используемые технологические решения.

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

Тема 5.2. Составить схему роботизации процесса.

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

эксплуатацию манипулятора с новой насадкой.

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

Тема 5.3. Спроектировать окружение промышленного робота.

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

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

Тема 5.4. Определить способы перемещения объектов.

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

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

Тема 5.5. Спроектировать рабочий орган.

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

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

Тема 5.6. Подключение системы технического зрения.

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

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

Тема 5.7. Проектирование системы отгрузки.

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

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

Тема 5.8. Отладить алгоритмы работы с внешними устройствами.

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

Компетенции: навык моделирования робототехнических систем.

Тема 5.9. Написать программное обеспечение

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

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

Тема 5.10. Отладить программное обеспечение.

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

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

Тема 5.11. Запустить систему.

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

Компетенции: начальные навыки подготовки КД, аналитическое мышление.

Тема 5.12. Публичная демонстрация результатов.

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

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

Углубленный модуль «Промышленные робототехнические системы».

Кейс №1 Мобильный робот с двухуровневой системой управления. Робот – инспектор.

Цель – овладеть навыками создания самосборных роботов с многокомпонентной интеллектуальной системой управления, продвинутым программированием.
Артефакт по итогам освоения кейса. Робот – инспектор, собирающий данные на местности.

Тема 1.1. Микроконтроллер Arduino. Драйвер. Подключение приводов. ШИМ.

Теория: знакомство с драйверами, энкодерами и др. компонентами, необходимыми для подключения приводов, датчиков к Arduino. Понятие ШИМ.

Практика: выполнение промежуточных заданий по программированию подключенных приводов в среде Arduino IDE.

Компетенции: использование Arduino в прикладных задачах робототехники – управление приводами, работа с датчиками.

Тема 1.2. Микрокомпьютер Raspberry Pi.

Теория: Знакомство с одноплатным микрокомпьютером Raspberry Pi.

Практика: Устройство Raspberry Pi, функциональные возможности.

Тема 1.3. Введение в Raspbian, установка на Raspberry Pi.

Теория: Понятие ОС. Начальные знания.

Практика: Установка ОС Raspbian, настройка, знакомство с основными компонентами.

Тема 1.4. Введение в ROS. Установка и настройка на Raspberry Pi.

Теория: ROS (Robot operating system). Основные понятия. Назначение.

Практика: Установка, настройка. Применение в робототехнике.

Тема 1.5. Язык программирования Python. Знакомство. Установка на Raspberry Pi.

Теория: понятие высокоуровневого ЯП. Перспективность Python, преимущества использования.

Практика: установка на Raspberry Pi.

Тема 1.6. Язык программирования Python. Краткий курс.

Теория: знакомство с Python, основные конструкции языка, переменные, структуры данных, функции, подключение библиотек.

Практика: выполнить промежуточные короткие задания по простейшему программированию на Python.

Компетенции: первоначальные навыки программирования на Python.

Тема 1.7. Модуль технического зрения TrackingCam.

Теория: изучение принципов работы технического зрения с помощью модуля Tracking Cam. Контроллер OpenCM.

Практика: Программное обеспечение TrackingCam. Настройка модуля TrackingCam. Распознавание однотипных областей. Распознавание разноцветных объектов.

Тема 1.8. Сборка робота. Программирование в Arduino IDE. Программирование Raspberry PI на Python.

Теория: двухуровневая система управления роботом.

Практика: распределение функций между Arduino и Raspberry PI.

Тема 1.9. Наделить робота функциями инспектора.

Теория: основы логирования.

Практика: робот собирает информацию с помощью СТЗ и пишет ее в лог-файл. В результате должен быть перечень всех распознанных объектов с их координатами и характеристиками.

Компетенции: навыки логирования, сбора и сохранения результатов.

Тема 1.10. Презентация полученных результатов. Рефлексия.

Практика: команды презентуют свои артефакты, делятся впечатлениями о проделанной работе. Общая рефлексия.

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

Кейс № 2 Роботы на приводах Dinamixel.

Цель – Овладеть навыками создания и программирования роботов с большим количеством сервоприводов.

Тема 1.1. Среда разработки R+Task 2.0.

Теория: Знакомство с функционалом. C-подобный язык программирования -

Тема 1.2. Знакомство с сервоприводами Dinamixel. Свойства.

Теория: перечень свойств. Протокол обмена данными Dinamixel.

Практика: выполнить несколько простых заданий в R+Task 2.0 по управлению одним сервоприводом и несколькими.

Компетенции: Подготовка к созданию андроида.

Тема 1.3. Построить андроида и запрограммировать его на танец.

Практика: выработка алгоритма. Реализация в R+Task 2.0.

Кейс № 3 Манипулятор кобот.

Цель – Изучить основы коллаборативной робототехники.

Тема 1.1. Разделение труда.

Практика: определить ТЗ, например - манипулятор кладет перед человеком «деталь» в заданном месте (шарик или кубик и т.д.), человек «обрабатывает» ее (рисует геометрическую фигуру – круг, квадрат и т.д.) и кладет в заданном месте, манипулятор распознает характер «обработки» с помощью СТЗ и в зависимости от результата перемещает деталь в одно из заданных мест. Выработать алгоритм. Написать программу. Язык программирования - Python. Главное внимание – ТБ, человек находится в рабочей зоне манипулятора, предусмотреть все возможные защиты от коллизий.

Тема 1.2. Устранение возможных ошибок.

Практика: отладка программы.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА

1.	Базовый робототехнический набор начального уровня
2.	Ресурсный робототехнический набор начального уровня
3.	Ультразвуковой датчик базового робототехнического набора начального уровня
4.	Автономные мобильные роботы
5.	Робототехнический набор промежуточного уровня
6.	Мобильные мехатронные системы с техническим зрением
7.	Дополнительный набор для конструирования роботов из пластика для соревнования
8.	Проектирование и конструирование мехатронных систем роботов
9.	Набор для конструирования образовательных моделей промышленных и мобильных роботов
10.	Набор для изучения информационных систем и устройств учебных промышленных роботов
11.	Проектирование и конструирование мобильных роботов
12.	Набор для конструирования моделей промышленных робототехнических комплексов
13.	"Интеллектуальные робототехнические комплексы и системы"
14.	Автономные мобильные робототехнические системы
15.	Образовательный робототехнический комплект для разработки многокомпонентных мобильных и промышленных роботов
16.	Ресурсный робототехнический комплект для разработки многокомпонентных мобильных и промышленных роботов
17.	Промышленные мехатронные системы
18.	Набор для конструирования мехатронных моделей промышленных роботов
19.	Многокомпонентные робототехнические системы
20.	Образовательный робототехнический комплект для разработки многокомпонентных робототехнических систем со сложной кинематикой, манипуляционных и андройдных роботов
21.	Автономные мобильные робототехнические комплексы
22.	"Промышленные робототехнические системы"
23.	Автономные мобильные робототехнические системы
24.	Учебный комплект для разработки и изучения автономных мобильных роботов и транспортно-логистических систем

25.	Промышленные робототехнические систем. Базовый уровень.
26.	Учебно-лабораторный комплект для разработки и изучения манипуляционных роботов с угловой кинематикой.
27.	Учебно-лабораторный комплект для разработки и изучения манипуляционных роботов с плоскопараллельной кинематикой.
28.	Промышленные робототехнические системы. Продвинутый уровень.
29.	Учебный комплект на базе промышленного ангулярного манипуляционного робота
30.	Пневматические и мехатронные системы робототехнических комплексов.
31.	"Проектирование и конструирование роботов"
32.	DIY робототехника
33.	Учебный комплект начального уровня для проектирования и конструирования роботов
34.	DIY производство
35.	Набор для создания универсальной производственной ячейки с 3D печатью, лазерной и фрезерной гравировкой и резкой
36.	"Сервисные робототехнические комплексы"
37.	Сервисные коллаборативные робототехнические комплексы.