

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. В.П. АСТАФЬЕВА
(КГПУ им В.П. Астафьева)

Институт математики физики информатики
Кафедра технологии и предпринимательства

БОНДАРЕНКО АЛЕНА ДМИТРИЕВНА
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА
DOBOT MAGICIAN**

Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
Направленность (профиль) образовательной программы
Технология с основами предпринимательства



ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой к.т.н., доцент
Бортновский С.В.

6 июня 2024
Научный руководитель к.т.н., доцент
Шадрин И.В.

17 мая 2024
Обучающийся Бондаренко А.Д.

10 мая 2024
Дата защиты

18 июня 2024
Оценка *отлично*

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА DOBOT MAGICIAN	6
1.1. Понятия робота и робототехники	6
1.2. Обзор робота-манипулятора DOBOT Magician.....	10
1.3. Обучающие полигоны и их роль в образовании	16
Глава 2. РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ РОБОТА- МАНИПУЛЯТОРА DOBOT MAGICIAN.....	25
2.1. Учебные задачи манипулирования объектами в контексте возможностей DOBOT Magician.....	25
2.2. Проектирование учебного полигона.....	29
Вывод по второй главе	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	35
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	37

ВВЕДЕНИЕ

«ИИ освобождает людей от рутинных, повторяющихся задач и приближает их к более интеллектуально автоматизированному будущему, одновременно помогая нам делать больше того, что люди знают лучше, чем роботы: создавать». - сказал Джерри Лю, основатель и генеральный директор DOBOT. - «Поэтому крайне важно научить наших будущих детей навыкам искусственного интеллекта следующего поколения, чтобы они смогли не только перехитрить роботов, но и создать конкурентное преимущество для себя и своего будущего».

В настоящее время массово производятся роботы, доступные для школ, они обладают широкими возможностями. Одним из таких популярных роботов является робот-манипулятор DOBOT Magician. DOBOT имеет возможность программирования методом обучения, что делает процесс работы с ним более интуитивным и эффективным.

Однако возникает проблема: после перемещения площадки, на которой проходила работа, робот не способен продолжить свою деятельность из-за изменения местоположения точки начала координат и/или ориентации координатных осей, относительно которых происходило обучение.

Возникает необходимость в относительно точном позиционировании объектов на площадке, чтобы обеспечить бесперебойную и эффективную работу робота. Это требует разработки специального учебного полигона, который позволит точно определять и устанавливать позиции объектов на площадке для дальнейшей работы робота без сбоев.

Учебный полигон для робота-манипулятора представляет собой практическую среду, где пользователи смогут изучать основы программирования, управления и взаимодействия с роботом. Это позволит им приобрести необходимые навыки для работы в области робототехники.

Создание учебного полигона для робота-манипулятора DOBOT Magician является инновационным подходом к обучению в области робототехники. Создание полигона позволит повысить качество образования и подготовить специалистов, готовых к работе с передовыми технологиями.

Современное общество ставит перед собой задачу развития высокотехнологичных отраслей, включая робототехнику. Создание учебного полигона для робота-манипулятора DOBOT соответствует требованиям общества к подготовке специалистов, способных работать с передовыми технологиями. Государственные программы развития образования и науки также поддерживают инициативы по внедрению инновационных методов обучения, включая работу с роботами.

Развитие отрасли информационных технологий в Российской Федерации осуществляется в соответствии с «Стратегией развития отрасли информационных технологий в Российской Федерации на 2014 - 2020 годы и на перспективу до 2025 года», утвержденной распоряжением Правительства РФ от 1 ноября 2013 года № 2036-р.

Основные задачи по развитию отрасли информационных технологий России: повышение грамотности населения в области информационных технологий; дальнейшая глубокая информатизация важнейших отраслей экономики России, в том числе государственного сектора. Разработка учебного полигона способствует реализации этих требований в практике обучения.

Актуальность темы обусловлена противоречием между доступностью для образовательных учреждений роботов-манипуляторов, аналогичных широко используемым в промышленности, медицине и других областях и отсутствием системного подхода к изучению их возможностей на основе решения традиционных задач. Создание учебного полигона для такого робота позволит учащимся получить практические навыки для работы с ним.

Предмет исследования: процесс обучения человека решению задач по программированию робота-манипулятора.

Объект: разработка дидактических средств для изучения возможностей робота-манипулятора DOBOT Magician.

Целью работы является создание учебного полигона для робота-манипулятора DOBOT Magician, который позволит унифицировать процесс обучения решению практических задач.

Для достижения цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Провести анализ эволюционного развития роботов.
2. Изучить технические характеристики и возможности робота-манипулятора.
3. Определить роль и место учебного полигона в образовательном процессе.
4. Определить круг задач и конфигурацию учебных модулей для робота-манипулятора DOBOT Magician.
5. Изготовить модель учебного полигона для робота-манипулятора DOBOT Magician.

Для решения поставленных задач использовались следующие методы: контент-анализ теоретических источников, сравнительно-сопоставительный, методы анализа и синтеза.

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка литературы.

Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА DOBOT MAGICIAN

1.1. Понятия робота и робототехники

Робототехника - это область, объединяющая компьютерные и инженерные науки, такие как программирование, радиотехника, электротехника, механика, информатика, электроника, мехатроника, биоинженерия и многие другие. Все эти науки способствуют проектированию и созданию роботов.

Робототехника тесно связана с мехатроникой - дисциплиной, занимающейся созданием и эксплуатацией электроприводов с программным управлением. Такие электроприводы состоят из узлов и обеспечивают сверхточные движения. Их применяют в различных промышленных областях, такие как автомобилестроение, авиастроение, космическая техника, и, конечно, робототехнике.

Работа инженеров приводит к созданию роботов - автоматизированных устройств, которые выполняют задачи вместо человека с помощью датчиков и программного обеспечения. Управление роботами может осуществляться оператором или происходить автономно. Некоторые роботы имеют гуманоидный облик и называются андроидами, другие же напоминают сложные механизмы или машины.

Внешний вид робота является второстепенным, поскольку его разрабатывают для выполнения конкретных задач. Например, робот, предназначенный для уничтожения сорняков лазером, будет выглядеть как машина на колесах, которая перемещается по полю. Если же робот предназначен для обучения детей, он может иметь облик мультяшного персонажа с подвижной мимикой, но не способного ходить.

Одна из ключевых особенностей робота - это точное воспроизведение движений животных и людей, достигаемое с помощью электроприводов. Эти приводы фактически выполняют роль мышц робота. Благодаря им роботы способны выполнять не только рутинные и опасные задачи, но и высокоточные операции, где человеку легко ошибиться. Например, роботы могут собрать микросхемы или смешивать лекарства с точностью до микрограммов.

В настоящее время в мире используются разные виды роботов, включая промышленных, игрушечных и бытовых. Всего их насчитывают 1,8 миллионов, из которых 0,25 процентов приходится на Россию. Больше всего роботов использует Южная Корея, на втором месте следует Сингапур, на третьем — Япония, за ней следуют США и Китай.

В обиход слово «робот» ввел Карел Чапек. Робот — механическая конструкция, способная реагировать на окружающую среду и следовать запрограммированному алгоритму действий.

Робототехника (от слов «робот» и «техника») — это прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Понятие «робототехника» было введено Айзеком Азимовым, и впервые появилось в 1941 году. В 1942 году он сформулировал три закона робототехники:

1. Робот не может навредить человеку или, своим бездействием, допустить, чтобы человеку был нанесен вред.

2. Робот должен подчиняться приказам человека, кроме тех случаев, когда эти приказы противоречат первому закону.

3. Робот должен защищать свое существование, если это не противоречит первому или второму закону.

У большинства людей роботы ассоциируются только с новейшими технологиями. Но идея создания человеческих машин имеет давнюю историю. Образы, напоминающие современных роботов, можно встретить даже в мифах и другой литературе.

Известно, что впервые начали создавать роботов начали еще до нашей эры. В середине третьего тысячелетия до нашей эры египтяне придумали «размышляющие механизмы» — в статуях скрывались жрецы, которые давали предсказания и советы.

В середине века особой популярностью пользовались автоматические часы и подвижные человеческие фигуры. В 1445 году Леонардо да Винчи разработал проект механического рыцаря, чтобы показать людям, что машина может двигаться как человек. Однако робот так и не был построен.

Русские механики также занимались развитием в этой области. В 1769 году Иван Петрович Кулибин создал часы в форме гусиного яйца, которые показывали секунды, часы, времена года и фазы луны. Каждый час часы открывались, в полдень играла музыка.

В середине восемнадцатого века семья часовщиков Пьер-Жак Дро и его сын Анри-Луи Дро развивали автоматические системы. От имени сына часовщика происходит название «андроид». Они создали автомат-чертежник в виде девочки, которая аккуратно писала, даже рисовала собаку, плавно качая головой и отпуская веки в такт движению руки.

К 1805 году появились механизмы, которые стали основой для создания автоматических станков. В конце девятнадцатого века чешский автор Карел Чапек написал пьесу «Россумские универсальные роботы», в которой впервые появилось слово «робот». «Робот» - это механическое создание, интеллектуально и физически превосходящее обычного человека.

Наиболее значимо тема робототехники раскрылась в литературе Айзека Азимова в цикле рассказов «Я, робот».

Изобретатель Никола Тесла в конце девятнадцатого века разработал устройство для дистанционного управления, которое стало неотъемлемой частью современных роботов. После, в 1898 году, он провел успешные испытания радиоуправляемого судна.

Американский инженер Венсли в 1925 году создал робота «Телевокс». Особенность этого робота в том, что он мог заменить домашнего помощника, так как воспринимал голосовые команды и мог решать различные задачи.

В 1936 году школьник из Советского Союза, Вадим Мацкевич, собрал робота способного поднимать правую руку. Этого робота андроида отметили на всемирной выставке в Париже годом позже.

Компания WestingHouse представила робота Elektro. Известность робот получил благодаря своей продвинутой электрической системой управления. Elektro даже мог «курить» сигарету, если ему предложат. У него был спутник – робот-собака по кличке Sparko.

Первый промышленный, электромеханический, автоматический манипулятор был разработан в США в 1947 году. С начала 1950-х по конец двадцатого века начали появляться и совершенствоваться коммерческие промышленные роботы.

Компания Unimation в 1961 году интегрировала роботов на производство завода. В 1965 году инженер Ральф Мошер из General Electric создал – Walking Truck – робота, который может транспортировать грузы.

С середины и до конца 60-ых годов были активны использованы и развиты роботы на предприятиях Европы и Японии, включая Unimation Kawasaki 2000.

Следующим этапом до 2000 годов отрасль робототехники переживала значительный технический прогресс, фокус был направлен на улучшение систем управления и сенсоров. Ведущие компании, включая Unimation, KUKA, FANUC, Hitachi, WestingHouse, активно разрабатывали новые технологии. Этот период характеризуется значительным ростом отрасли, внедрением новых контроллеров, развитием языков программирования, отправкой первых роботов в космос и созданием автоматических систем для производства роботов.

Компания SONY выпустила уникального робота-собаку под названием AIBO, который имитировал живое существо, выполняя основные функции собаки. AIBO обладал способностью к развитию, взаимодействию с окружающей средой и хозяином.

Аналог робота-собаки AIBO появился уже в 2006 году. Корейская компания Dasarobot представила Genibo. А Honda – первого из линейки шагающего робота – ASIMO, который мог передвигаться, общаться с людьми и выполнять бытовые задачи.

В 2004 году канадский физик Марк Тилден создал популярную игрушку, которая претерпела несколько модификаций и стала популярной системой для развлечения и общения. Это гуманоидный робот для массового производства – «Робосапиен».

Роботы с каждым годом развиваются все больше и больше, выполняя более сложные задачи. Некоторые из них включают:

- BigDog (2005): четвероногий робот, разработанный совместно компаниями Boston Dynamics и Foster Miller.

- Atlas (2013 г.): робот с «двумя ногами» Boston Dynamics, предназначенный для передвижения по неровной местности.

- iCub (2004): детский робот из проекта RobotCub, предназначенный для проверки когнитивных теорий.

- NAO (2008 г.): Роботы-гуманоиды, предназначенные для научных исследований и образования, более 5000 экземпляров.


- Айко Дзихира (2014 г.): гуманоидный робот Toshiba, работающий в торговом центре Mitsukoshi в Токио. Он свободно говорит на японском языке и языке жестов, а также знает английский язык.

Эти достижения демонстрируют, как робототехника эволюционировала от первых механических устройств до современных сложных систем, способных выполнять широкий спектр задач. Одна из самых важных задач - обучение.


1.2. Обзор робота-манипулятора DOBOT Magician

DOBOT Magician - это универсальный робот-манипулятор, который завоевал популярность благодаря своей точной и эффективной работе при выполнении различных задач. Благодаря элегантному дизайну и передовым технологиям DOBOT Magician обладает широким спектром возможностей, что делает его подходящим для применения в таких отраслях, как образование, научные исследования и производства. Оснащенный множеством взаимозаменяемых конечных устройств, таблица 1, этот робот-манипулятор может выполнять такие задачи, как 3D-печать, лазерная гравировка, операции выбора и размещения деталей и многое другое с высокой точностью.

Характеристика конечных инструментов

Конечные инструменты	Технические характеристики	Описание работы	Внешний вид
3D Printer Kit	<p>Максимальный размер печати (Д×Ш×В) 150 мм×150мм×150мм (МАКС)</p> <p>Материал PLA</p> <p>Разрешение 0.1 мм</p>	<p>3D-печать позволяет создавать трехмерные объекты. Для этого необходимо загрузить необходимый чертеж, а печатающая головка над рабочей областью наращивает материал слой за слоем в соответствии с заданными параметрами.</p>	

Лазер	Потребляемая мощность 500 мВт Тип 405 нм (синий лазер) Сила 12В, триггер TTL (с драйвером PWM)	В приложении для робота задается рисунок или текст, который необходимо выгравировать. Лазер оставляет отметки на поверхности различных объектов.	
Держатель ручки	Диаметр ручки 10 мм		
Вакуумная присоска	Диаметр крышки 20 мм Давление -35 Кра	Робот перемещается к объекту, который необходимо поднять, активирует вакуумный насос, после чего его можно	

		переместить. Потом вакуум отключается, предмет освобождается.	
Захват	Диапазон 27.5 мм Тип привода Пневматический	Робот перемещается к объекту, захватывает его зажимными пальцами, после чего робот может поднять и переместить объект.	

DOBOT Magician - это не фокусник в традиционном смысле этого слова, а скорее универсальный робот-манипулятор. На рис. 1 можно увидеть внешний вид робота-манипулятора DOBOT Magician.

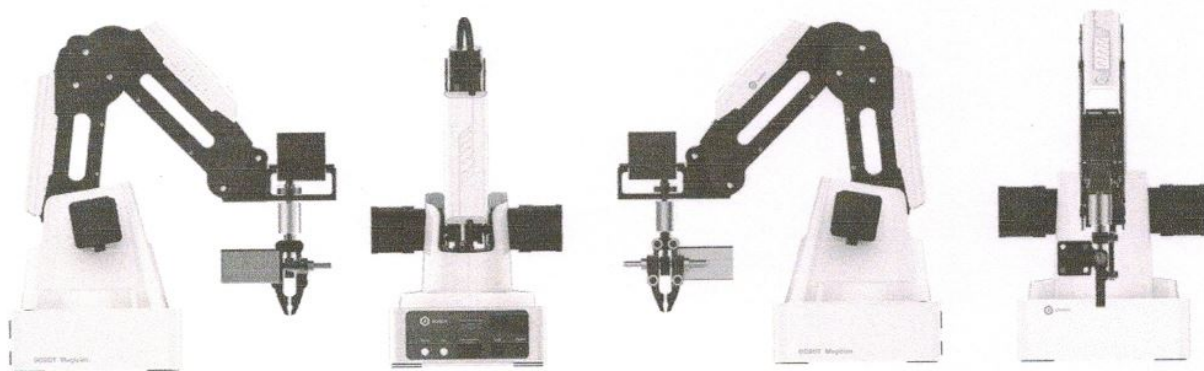


Рисунок 1. Робот-манипулятор DOBOT Magician

DOBOT Magician – это высокотехнологичная многофункциональная роботизированная рука, которая была специально для использования в самых разных условиях, от учебного класса до сложной производственной линии.

Ключевые особенности робота-манипулятора отличают его от других устройств. Он имеет меньший корпус, чем его аналоги, что делает его лучшим инструментом для изучения робототехники. Он умеет выполнять многие задачи. Стандартные конечные инструменты можно переключать одним поворотом. Даже если работа требует максимальной точности, благодаря высококачественным шаговым двигателям и гармоническим редукторам, что обеспечивают точность позиционирования. Усовершенствованные алгоритмы управления также сыграли важную роль в повышении точности работы. Робот-манипулятор способен выполнять задачи, которые требуют тщательного внимания к деталям.

Фирменное программное обеспечение DOBOT Studio – это, безусловно, самая многофункциональная система управления с графическим интерфейсом для настольных роботизированных манипуляторов, которую можно подключить через USB, Wi-Fi, Bluetooth, а управлять легко с помощью компьютерной мыши, клавиатуры, джойстика или даже жестом, для последнего необходимо обучение: при перемещении роботизированной руки в пространстве и фиксации в конечных точках, робот «запоминает», после завершения процесса робот может все повторить. Робот-манипулятор включает в себя ручное и автоматическое режимы управления.

DOBOT Magician имеет 13 портов ввода-вывода, включая цифровой и аналоговый, коммуникационный разъем и разъемы для подключения моторов. С помощью API можно расширить стандартные возможности робота и подключить собственные конечные инструменты с датчиками и прочим. Но также уже существуют различные дополнения, которые расширяют возможности робота. Например, модуль компьютерного зрения, комплект ленточного конвейера, комплект линейных направляющих, который расширяет рабочую зону манипулятора.

Робот имеет несколько видов управления, такие как ручной, обучения, программирования, автоматический. Ручной режим напоминает управление краном, эскалатором. В этом режиме средством управления служат компьютерная мышь, клавиатура, джойстик.

Режим обучения имеет определенную последовательность выполнения. Сначала необходимо передвигать робота для выполнения определенной задачи. Робот же «запоминает» эти действия, а потом может их повторить. Такой вид управления помогает лучше позиционировать объекты без написания программы.

В режиме программирования пользователь пишет программу, не касаясь робота. В автоматическом режиме пользователь учится программировать синхронизацию различных устройств, что важно для создания производственной цепочки, например, сборочной линии. Используя последние два режима управления учащиеся улучшают навыки программирования, где DOBOT совместим с более чем 20 языками, такими как Scratch и Python.

Робот поддерживает и другие методы программирования, кроме Scratch и Python, такие как графическое программирование, блочное кодирование, что подходит и опытным, и начинающим пользователям. Удобный интерфейс и интуитивно понятное программное обеспечение легко позволяет управлять движениями робота, решать многие задачи. Это универсальность позволяет пользователям настраивать движения и действия робота в соответствии со своими конкретными потребностями и областями применения.

Робот-манипулятор используется во многих сферах, такие как образование, исследование, производство и многое другое. Но в этих сферах наблюдается нехватка специалистов по обслуживанию робототехники. К 2025 году цифра выросла почти до 19 тысяч человек, а к 2030 году – до 66 тысяч человек.

От ведущих стран по уровню внедрения техники Россия отстает на десять лет. Чтобы начать производить хорошие роботизированные технологии, уже сегодня должны быть лучшие кадры. А для этого надо сотрудничать с вузами, предоставлять комплексы для практического обучения студентов или создавать новые на базе образовательного учреждения, например, учебный полигон для робота-манипулятора. В России серьезная физико-математическая школа, у многих выпускников хороший технический ум и есть большие шансы на успех.

1.3. Обучающие полигоны и их роль в образовании

Согласно Большому энциклопедическому словарю, слово полигон имеет греческое происхождение и означает «участок суши или моря, предназначенный для испытаний различных видов оружия, боевых средств и техники, а также для боевой подготовки войск» [3, С.4880]. Там же определяются основные разновидности полигонов, которые в зависимости от временных характеристик бывают постоянным или временными; по целевым характеристикам делятся на учебные, научно-исследовательские, испытательные, заводские; от специфики деятельности выделяются имитационные, миниатюрные и тд. [3, С.4880]. Традиционно полигоны оборудуются различными средствами для большего охвата специфических видов деятельности. В таблице 2 приведены основные аспекты применения учебных полигонов в образовании.

Таблица 2

Аспекты применения обучающих полигонов и их роль в образовании

Аспект	Описание
Практическое обучение	Обучающие полигоны позволяют студентам применять теоретические знания в реальных или смоделированных условиях, способствуя к лучшему пониманию материала.
Безопасная среда	Создают безопасную среду для совершения ошибок и обучения на них без риска серьезных последствий, особенно в технических и инженерных дисциплинах.
Современное оборудование	Оснащены современным оборудованием и технологиями, позволяющими студентам знакомиться с новейшими достижениями в своей области.
Интерактивное обучение	Способствуют активному участию студентов в учебному процессу через интерактивные занятия и симуляции, повышая мотивацию и вовлеченности.
Развитие профессиональных навыков	Развивают не только технические, но и профессиональные навыки, такие как командная работа, решение проблем и критическое мышление.

Аспект	Описание
Оценка и коррекция знаний	Позволяют преподавателям эффективно оценивать знания и навыки студентов, предоставлять обратную связь и корректировать ошибки.
Подготовка к реальной работе	Опыт, полученный на обучающих полигонах, готовит студентов к реальной работе, повышая их конкурентоспособность на рынке труда.
Инженерные полигоны	Оборудованы для практических занятий по механике, электротехнике, робототехнике и другим инженерным дисциплинам.
Медицинские симуляционные центры	Позволяет студентам-медикам практиковать навыки на моделях и симуляторах, имитирующих реальные клинические ситуации.
Агрообразовательные полигоны	Используется для обучения в области сельского хозяйства, включая работу с почвой, растениеводство и животноводства.
Робототехнические полигоны	Предназначены для обучения программированию и управлению роботами, проведению соревнований и практических занятий по робототехнике.

Также учебный полигон можно понимать, как подразделение профессионального образовательного учреждения, создаваемое с целью организации специфических условий для обучения. Полигоны оснащаются необходимым оборудованием, стендами, плакатами, тренажерами и т.д. [28]. Р. С. Белкин сосредотачивает свое внимание на криминалистическом аспекте данного вопроса и понимает учебные полигоны как «тренажерный комплекс, предназначенный для практических занятий и упражнений по обнаружению, изъятию, фиксации и исследованию доказательств» [2, С. 188]. В понимании В. А. Овчинникова, Ю. А. Шапошникова, учебные полигоны представляют собой инновационные подходы к решению проблем в образовании [22]. В концепции А. В. Виноградова, А. В. Виноградовой, А. Е. Семенова, полигоны делятся на три группы: учебные, испытательные и производственные [5].

Самый распространенный способ использования робототехнических инноваций в образовании и обучении является применение робототехнических наборов и платформ. Например, LEGO Mindstorms, Arduino и другие. Эти наборы аппаратных и программных компонентов, которые позволяют учащимся создавать, программировать и управлять своими собственными роботами. Робототехнические наборы и платформы могут использоваться в различных условиях, например, в школах, библиотеках, клубах и мастерских, и для различных целей, например, для изучения кодирования, инженерного дела, дизайна и концепций робототехники. [1]

Следующий способ – соревнования по робототехнике, которые стимулируют развитие интереса у детей и молодежи к инновационному, научно-техническому творчеству в области робототехники. Призваны выявить и поддержать одаренных детей в области робототехники, физики, информатики. Участвуя в соревнованиях, обучающиеся овладевают новыми знаниями, умениями и компетенциями в области инновационных технологий, механики и программирования. Робототехнические соревнования помогают детям проявить навыки в сборке и программировании роботов, гибкие компетенции, сформированные на начальном уровне, в том числе в области технологии и инженерии. Популярными соревнованиями по робототехнике:

Мобильная робототехника WorldSkills — турнир проводится практически для всех возрастных категорий, включая взрослых. Соревнования помогают школьникам попробовать свои силы в профессии робототехника, попробовать решить прикладные задачи, поработать совместно с ведущими робототехниками-экспертами чемпионата и обменяться опытом с коллегами по цеху.

«Юниор Профи» — ориентирован на раннюю профессиональную подготовку, допускаются участники от 10 лет. На конкурсе представлены три направления: чемпионат компетенций, чемпионат корпораций (командное соревнование), «Проф-старт» для детей от 14 лет.

Олимпиада кружкового движения НТИ.Junior — задачи повышенной сложности, которые основаны на школьных курсах математики, физики,

информатики, биологии, а также включают работу с электроникой, 3Д моделированием и так далее.

World Robot Olympiad — Всемирная олимпиада, к участию в которой приглашаются робототехники от 10 до 25 лет.

Открытая олимпиада университета Иннополис — это проектная олимпиада по разработке интеллектуальных робототехнических систем.

Робофест — фестиваль, который включает в себя несколько видов соревнований и подходит для участников от 10 до 14 лет.

Робофинист — международный фестиваль, который подразумевает создание робота заранее.

РОБОАРТ 2022 — еще один фестиваль робототехники с разнообразными видами заданий.

Firs — национальный чемпионат по робототехнике. Победители и призер получают квоту на участие в международных конкурсах.

Российская робототехническая олимпиада — командное соревнование по программированию интеллектуальных робототехнических систем.

Благодаря моделированию роботов и виртуальной реальности учащиеся могут улучшить понимание сложных концепций в реалистичной и интерактивной форме и усовершенствовать свои навыки в области робототехники. Средства моделирования роботов и виртуальной реальности, такие как Gazebo, CoppeliaSim и Robot Virtual Worlds, также используются в образовательной среде. Эти приложения позволяют учащимся взаимодействовать с роботами и виртуальной средой и обеспечивают экономически эффективную, безопасную и масштабируемую среду обучения.

Еще один способ внедрения инноваций в области робототехники в преподавание и обучение — использование программ по робототехнике и педагогике. Это методы и стратегии, которые определяют разработку, планирование и оценку учебной деятельности. Некоторые примеры учебных программ и педагогических подходов по робототехнике включают проектное обучение, вычислительное мышление. Учебная программа и педагогика

робототехники помогают учащимся достигать результатов обучения, развивать навыки и повышать мотивацию и интерес. Благодаря интересному обучению, в котором сочетаются разные виды деятельности, например, создание и программирование роботов, учащиеся лучше решают проблемы, умеют думать на ходу. Творческий подход к роботам помогает им мыслить нестандартно, а совместная работа учит быть отличными командными игроками и коммуникаторами.

Многие способы использования робототехнических инноваций эффективны в обучении. Они помогают протестировать свои идеи, а также отработать свои навыки и изучить работу робота учащиеся могут с помощью учебного полигона. Одним из способов повышения качества образования является включение возможностей практического обучения в учебные программы с помощью учебных полигонов.

Разработка учебного полигона – инновационное решение, где обучающиеся осваивают навыки работы на роботизированном манипуляторе Dobot Magician. Работа на манипуляторе способствует расширению знаний по математике и информатике, а также формированию инженерного мышления. Эффективное использование учебных площадок позволяет учащимся преодолеть разрыв между аудиторным обучением и практическим применением, что помогает приобрести ценный опыт, который пригодится в будущем. И чтобы отточить свои способности в решении проблем необходимы практические занятия. Подход к обучению, который основан на опыте побуждает учащихся творчески мыслить, принимать обоснованные решения, то есть практика вооружает учащихся когнитивными инструментами, необходимых для решения сложных задач в разных сферах.

Образовательная робототехника обычно ассоциируется с STEAM-образованием. Чу и др. исследовали работу роботизированной руки в средней школе и обнаружили, что учащиеся продемонстрировали интегрированные возможности STEAM и уникальную креативность. Такой подход к обучению, основанный на опыте, не только углубляет понимание предметов STEAM, но и

вдохновляет на дальнейшую карьеру в таких областях, как инженерия, технологии и робототехника.

Тем не менее, отношение учащихся к STEAM не выявило существенных различий в отношении неопределенных факторов. Вернер и др. оценили эффект обучения после нескольких недель курсов и обнаружили, что учащиеся приобрели первоначальное понимание концепций и проявили более высокий интерес к интеллектуальной робототехнике.

Помимо среднего образования, в специальном образовании роботизированное оружие может способствовать участию в классе, выразительной речи и интересу к роботизированным задачам для детей с ограниченными возможностями. Образовательные роботы-манипуляторы в определенной степени разработаны, а разработка их учебных комплектов все еще находится в стадии разработки.

Вычислительное мышление, по определению Винга, включает в себя решение проблем, проектирование систем и понимание человеческого поведения посредством построения фундаментальных концепций информатики.

Международное общество технологий в образовании (ISTE) считает, что все учащиеся должны заканчивать среднюю школу с вычислительным мышлением и что оно должно быть интегрировано в формальное образование [32]. ISTE классифицирует вычислительное мышление как творческое мышление, критическое мышление, алгоритмическое мышление, мышление решения проблем и кооперативное мышление.

Творческое мышление относится к созданию необычных идей, критическое мышление помогает учащимся выбрать оптимальное решение, а учащиеся должны обобщить части проблемы, что делает мышление решения проблем важным.

Алгоритмическое мышление представляет логику учащихся для решения проблем. А когда учащиеся выполняют сложные проекты, от них требуется сотрудничество и хорошее общение. Взаимодействие пяти навыков мышления приводит к вычислительному мышлению.

Китай рассматривает вычислительное мышление как одно из основных качеств информационных технологий в старших классах средней школы [30]. Учащиеся старших классов должны научиться применять вычислительное мышление при анализе проблем, абстракции, моделировании и разработке систематических решений.

Развитие вычислительного мышления происходит в основном посредством компьютерного программирования, включая традиционные языки программирования, такие как Java, и платформы визуального программирования, такие как Scratch.

Роботизированные руки влияют и на вычислительное мышление, но немногие исследования сосредоточены на этом. Образовательная значимость в вычислительном мышлении рассматривается через творческое мышление, критическое мышление, алгоритмическое мышление и другие.

Учебные полигоны эффективны и в других сферах деятельности. Работая на полигоне учащиеся развивают навыки командной работы: делегируют задачи, обмениваются идеями, совместно решают проблемы, рассматривают проблему с разных точек зрения, используют сильные стороны друг друга. Такая деятельность подготавливает учащихся к реальным ситуациям в жизни, где необходимы навыки командной работы. Создание успешной учебной среды располагает к развитию практического подхода к обучению.

Практический подход к обучению предполагает наличие соответствующего оборудования, позволяющее экспериментировать и развивать свои навыки методом проб и ошибок, а преподаватели должны обеспечивать руководство и поддержку.

Применение знаний на практике подготавливает к будущей карьере в области робототехнике, где все стремительно развивается. Включение в программу обучения метод реальных задач вдохновляет учащихся на расширение границ и внедрение инноваций.

Автоматизированное производство уже давно развивается и включает в себя аспекты электроники, механики, взаимодействие людей с компьютерами и программным обеспечением, что входит и в робототехнику.

Многофункциональное настольное устройство, способное выполнять различные задачи и быть полезным инструментом с обратной связью для практического обучения выявило необходимость в создании универсального учебного полигона для организации учебных занятий с роботом-манипулятором.

Универсальный полигон позволит практиковаться в управлении и программировании робота. Полигон возможно собрать, используя доступные школьные материалы, такие как деревянные детали, и оборудование.

Полигон должен быть эффективным, удобным и безопасным в использовании. Он может содержать платформу с различными элементами. Создание универсального полигона для обучения с манипулятором Dobot поможет более эффективно изучать его возможности, развивать навыки программирования и подготовиться к будущей профессиональной деятельности в области робототехники.

Опираясь на вышесказанное, во второй главе представлена практическая разработка учебного полигона для решения классических задач робототехники с учетом технических возможностей и программного обеспечения робота DOBOT Magician.

Вывод по первой главе

После анализа литературы можно отметить, что эволюция робототехники демонстрирует значительный прогресс в различных областях, начиная от улучшения систем управления до разработки человекоподобных роботов, способных взаимодействовать с людьми. Важно понимать, что робототехника стала неотъемлемой частью жизни людей и продолжает активно развиваться, например, в образовании.

Среди роботов для обучения один из самых доступных и многофункциональных – DOBOT Magician. Он способен выполнять различные

задачи, начиная от простого перемещения предмета до лазерной резки. Робот имеет возможность программирования и обучения, также надежный и безопасный, что дает гарантию на длительную службу. Чтобы сделать его работу более эффективной появляется цель – разработать учебный полигон для роботоманипулятора.

Определив роль и место учебного полигона в образовании стало понятно, что полигон в образовании представляет собой образовательную среду, где учащиеся приобретают практические навыки и опыт работы в робототехнике, что позволит им подготовиться к будущей карьере. Выполнение практических занятий позволяют развить навыки командной работы, критическое мышление и применять теорию на практике, что пригодится им в реальной жизни.

Глава 2. РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА ДЛЯ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА DOBOT MAGICIAN

2.1. Учебные задачи манипулирования объектами в контексте возможностей DOBOT Magician

Для эффективного изучения возможностей робота, развития навыков программирования и подготовки к будущей профессиональной деятельности в области робототехники необходимо выполнять практические задания. Ниже приведены некоторые из них, для каждого типа задания используется свое сменное поле.

Практическое задание «Крестики-нолики».

Для выполнения задания необходимо сменное поле с квадратными разметками «крестики-нолики» 3 x 3. Каждая пара игроков должна выбрать цвет кубиков для перемещения. Игроки по очереди размещают свои цветные кубики на пустых местах поля, стараясь расположить 3 кубика по вертикали, горизонтали или диагонали.

Каждый ход длится 30 секунд, после чего игроки должны передать друг другу контрольную доску. Если игрок не завершает свой ход в течение указанного времени, то он считается проигравшим.

Игроки могут выбрать режим управления и переключиться на него во время своего хода. Количество раундов должно соответствовать количеству пар игроков, чтобы каждый имел возможность принять участие в игре. На рис. 2 можно увидеть игровое поле.

Практическое занятие «Домино».

Перед манипулятором кладут домино. Важно расположить их по нарисованным на доске линиям так, чтобы там, где расположены костяшки, появилась сплошная линия.

Управление необходимо производить по очереди: каждый член команды передвигает одно домино и передает управление следующему участнику. Управление осуществляется в режиме «Управление мышью». Побеждает команда, выполнившая задание с большей точностью в кратчайшие сроки. Для

продвинутого уровня можно сменить поле. На рисунках 3 и 4 можно увидеть сменные поля для игры в домино.

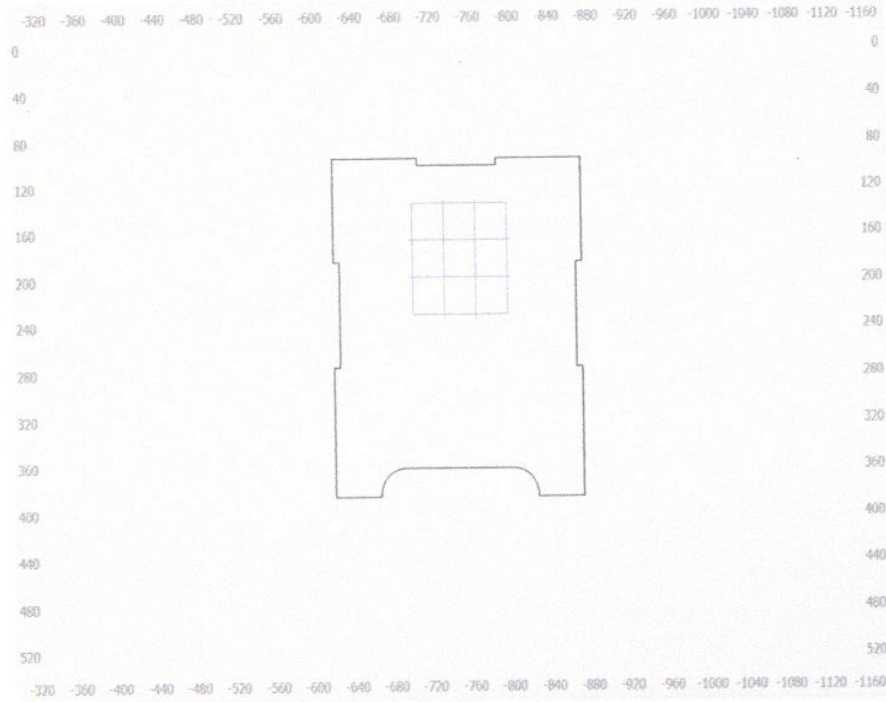


Рис. 2. Макет сменной площадки для игры «Крестики - нолики»

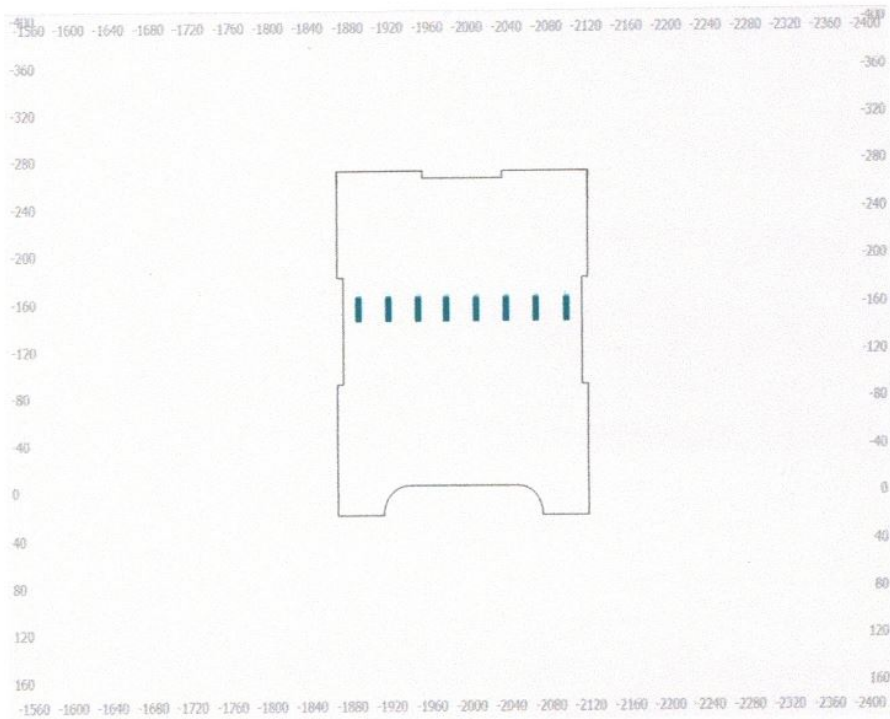


Рис. 3. Макет сменной площадки для игры «Домино»

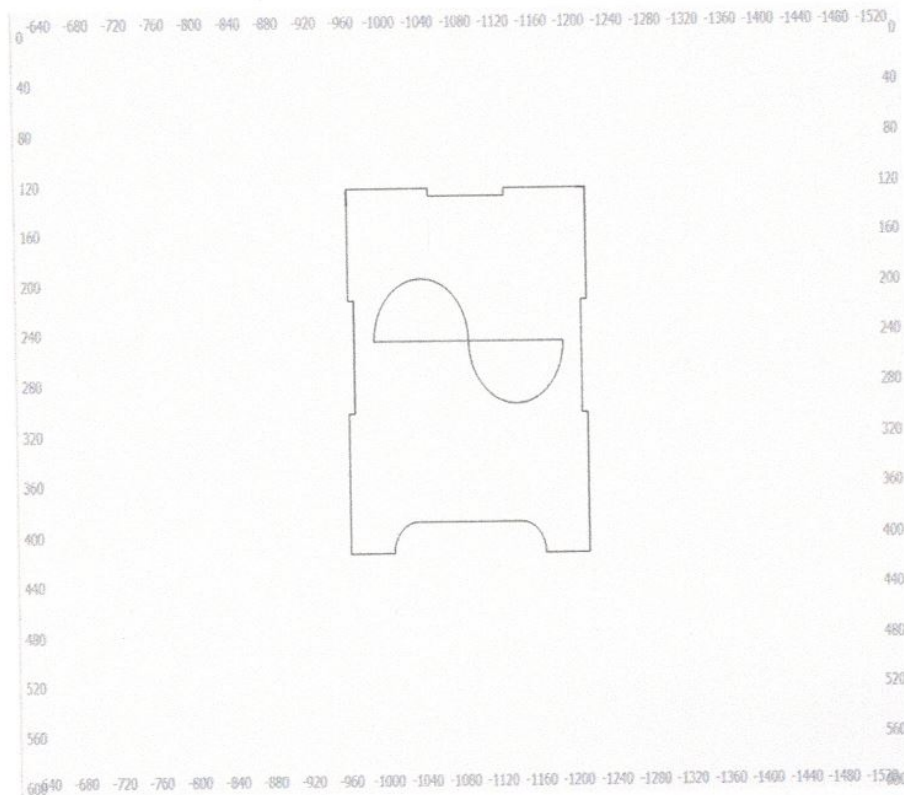


Рис. 4. Макет сменной площадки для игры «Домино»: продвинутый уровень

Практическое занятие «Ханойские башни».

На поле расположено три стержня. На крайнем левом из них расположена пирамида из нескольких колец. Необходимо переместить пирамиду на крайний правый стержень за наименьшее количество ходов. За один ход можно переместить только одно кольцо и нельзя класть кольцо большего диаметра поверх кольца меньшего диаметра. Игра была изобретена в 1883 году французским математиком Эдуардом Люка. На рис. 5 представлен макет поля для игры «Ханойские башни».

Практическое занятие «Перемещение/перемещение с препятствием».

Задан определенный порядок вертикального расположения цветных кубиков в ряд в зоне А. Необходимо переместить кубики по вертикали один за другим в обратном порядке в любую из оставшихся зон: А, В, С. Для более сложного уровня можно добавить разделитель (препятствие), через который придется транспортировать кубики. На рис. 6 изображено игровое поле «Перемещение/перемещение с препятствием».

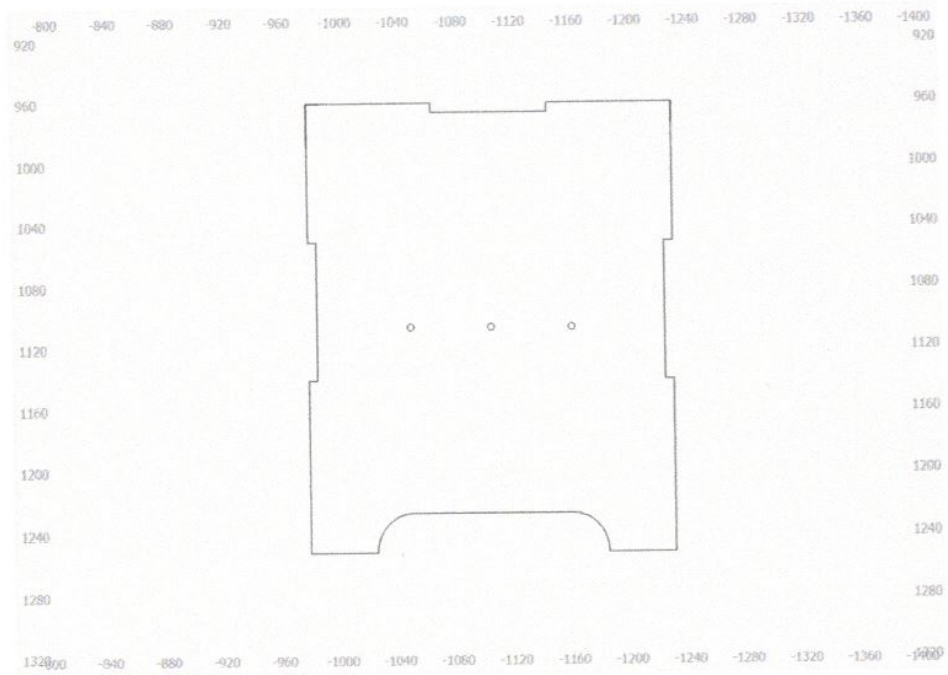


Рис. 5. Макет сменной площадки для игры «Ханойские башни»

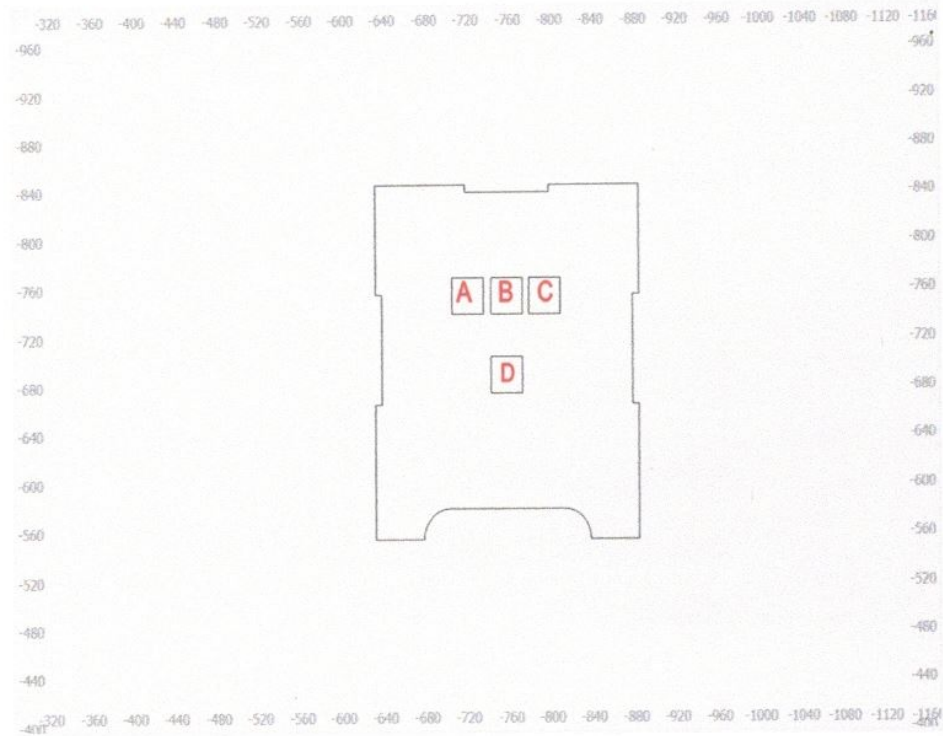


Рис. 6. Макет сменной площадки для игры «Перемещение/Перемещение с препятствием»

Увлекательные практические задания вызывают большой интерес у обучающихся, а поочередная деятельность придает им соревновательный характер, что мотивирует к совершенствованию получаемых навыков управления роботом-манипулятором. Обучающиеся оценили разработанные площадки, как удобные и понятные в использовании.

2.2. Проектирование учебного полигона

Для проектирования учебного полигона был составлен план разработки. Для начала необходимо определить цели и задачи. Цель разработки полигона – образовательная, чтобы учащиеся могли освоить основы робототехники, программирования и автоматизации процессов. Задачи включают в себя: разгрузочно-погрузочные операции, точное позиционирование, сборку простых конструкций.

Исходя из целей и задач моделируется эскиз учебного полигона. Учебный полигон было решено делать в виде ящика со сменными полями, где поля являются крышкой ящика. Так же рассматривался учебный полигон в виде плоской площадки, т.к. у рассматриваемого робота DOBOT Magician существует две модификации: компрессор интегрирован в основание всей конструкции и выполнен в виде отдельного устройства, располагающегося рядом. Соответственно, начало системы координат у этих модификаций в разных местах. Так как одно из важных условий разработки полигона - универсальность. Для того, чтобы избежать проблем в использовании было решено поднять полигон над уровнем стола для модификации с интегрированным компрессором.

В случае использования модификации робота без компрессора, сменное поле должно быть расположено на одном уровне с роботом. Это решение обеспечивает возможность легкой адаптации полигона для разных версий робота без необходимости значительных изменений в его конструкции.

Материал для производства полигона был тщательно выбран: это древесноволокнистая плита средней плотности (МДФ). В качестве связующего элемента используются меламин-модифицированные карбамидные смолы.

Благодаря прочным покрытиям и сложным веществам, входящим в состав МДФ, изделия из этого материала очень прочны и обеспечивают срок службы до 15-20 лет.

Для составления чертежей и дальнейшей работы необходимо учитывать технические характеристики робота-манипулятора DOBOT Magician, которые приведены в таблице 3.

Таблица 3

Основные характеристики робота-манипулятора DOBOT Magician

Характеристики	Данные характеристик
Количество степеней свободы	4 шт.
Максимальная грузоподъемность	0,5 кг
Материал корпуса	Алюминиевый сплав 6061, инженерный пластик АБС
Максимальный диаметр рабочей зоны	400 мм
Повторяемость движений (погрешность)	0,2 мм
Напряжение питания шаговых двигателей	12 В
Рабочие углы манипулятора (базы) в диапазоне (нижняя граница)	-125°
Рабочие углы манипулятора (базы) в диапазоне (верхняя граница)	+125°
Скорость вращения манипулятора (базы)	320 °/с
Рабочие углы нижнего рычага в диапазоне (нижняя граница)	-5°
Рабочие углы нижнего рычага в диапазоне (верхняя граница)	+90°
Скорость вращения нижнего рычага	320 °/с
Рабочие углы верхнего рычага в диапазоне (нижняя граница)	-15°
Рабочие углы верхнего рычага в	+90°

диапазоне (верхняя граница)	
Скорость вращения верхнего рычага	320 °/с
Рабочие углы рабочего инструмента в диапазоне (нижняя граница)	-150°
Рабочие углы рабочего инструмента в диапазоне (нижняя граница)	+150°
Скорость вращения рабочего инструмента	480 °/с
Потребление	60 Вт
Вес нетто	3,4 кг
Вес брутто	8 кг
Базовый размер	158×158 мм

Для дальнейшей работы также пригодится следующая информация: в комплекте с роботом идет набор сменных насадок; перемещение инструмента в пространстве по трем осям управляется шаговыми приводами; серводвигатель четвертой оси обеспечивает поворот инструмента; для определения положения манипулятора при повороте вокруг вертикальной оси используется энкодер (Энкодер — это устройство преобразующее линейное или угловое перемещение в последовательность сигналов, позволяющих определить величину перемещения); для определения заднего и переднего плеч манипулятора используется гироскоп.

Чтобы создать полноценную образовательную среду, которая способствует качественному изучению и пониманию робототехники, необходим подход, включающий в себя знания в области педагогики, инженерии, робототехники.

На рис. 7-9 представлены макеты, которые были разработаны для создания учебного полигона.

Создание учебного полигона является важным проектом, который был реализован в технопарке Красноярского государственного педагогического университета им. В.П. Астафьева. Этот современный исследовательский центр предоставил все необходимые ресурсы и условия для успешной реализации идеи.

Проект стал ярким примером объединения научного общества и образовательного учреждения для разработки инновационной технологии. Были применены знания и опыт специалистов университета. Совместная работа обеспечила высокое качество и надежность изделия.

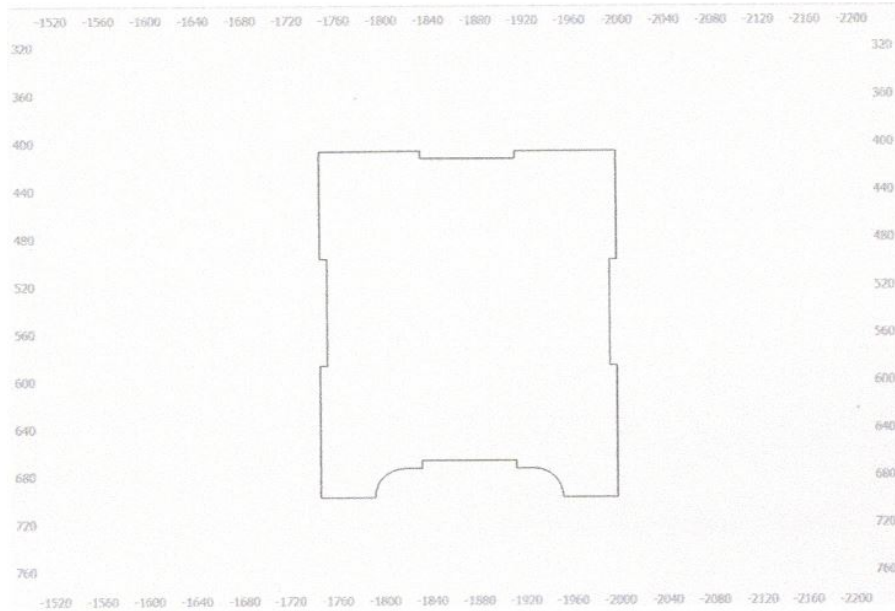


Рис. 7. Макет дна учебного полигона

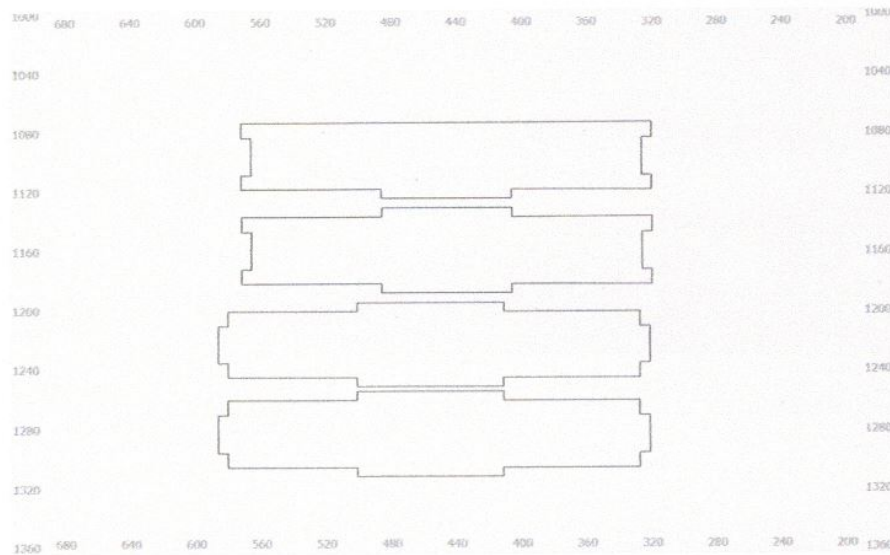


Рис. 8. Макет стенок учебного полигона

Последний этап при разработке учебного полигона это опытная эксплуатация, которая показала, что полигон обладает заявленными требованиями: универсальностью и эффективностью. На практике учебный полигон проверяли студенты педагогического университета. Было замечено, что практическая работа способствовала лучшему пониманию теоретических основ. Студенты получили возможность на практике освоить основные принципы программирования и управления роботом. Практические занятия на полигоне способствовали развитию знаний о разработке и внедрения решения для различных задач.

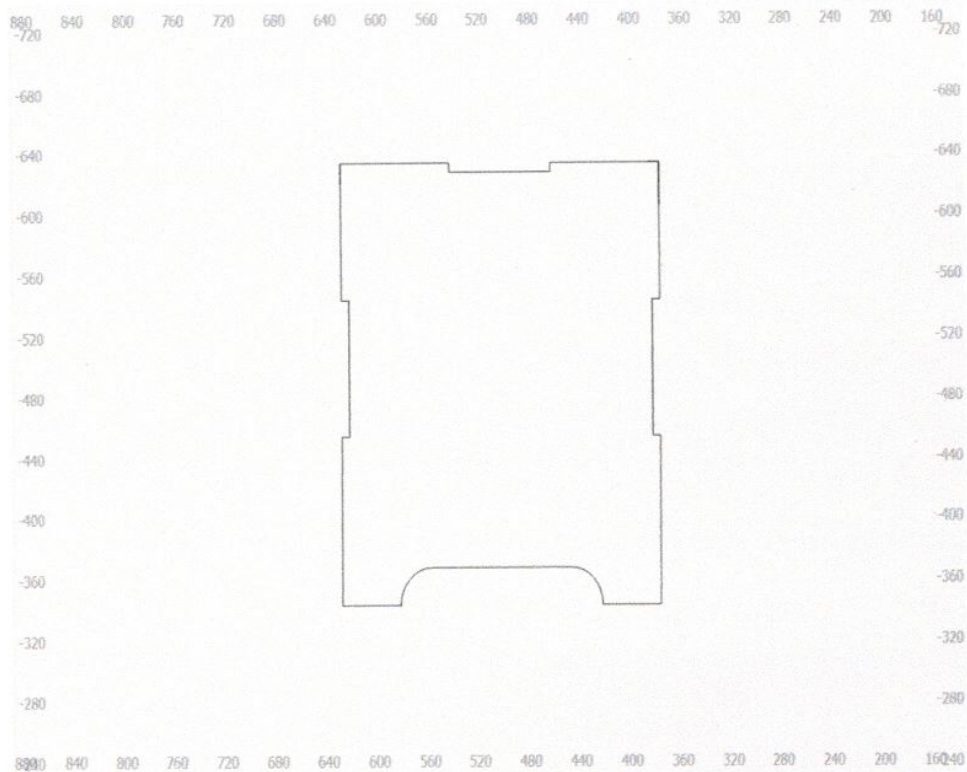


Рис. 9. Макет крышки учебного полигона

Учебный процесс проходил увлекательно. Студенты работали в группе совместно решая поставленные задачи и обмениваясь опытом, что способствовало развитию навыков командной работы. Учебный полигон позволил адаптировать практические занятия под разные уровни подготовки, что сделало обучение более гибким. Студенты реализовывали собственные идеи с помощью полигона, что только повышало интерес к области робототехники.

Вывод по второй главе

Во второй главе был осуществлен анализ характеристик и возможностей робота-манипулятора DOBOT Magician. Выявив его основные технические параметры и функциональные возможности, был определен круг задач, который выполняет робот.

Для составленных практических занятий, входящих в круг задач робота, были разработаны сменные поля. Разнообразие полей отвечает за гибкость и адаптивность в обучении, за мотивацию учащихся, за безопасность и удобство.

Разработка учебного полигона включает в себя несколько этапов, таких как определение целей и задач, разработка дизайна и чертежей полигона, подготовка деталей и сборка. В итоге, был собран универсальный учебный полигон, отвечающий изначальным запросам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленная выпускная квалификационная работа носит практико-ориентированный характер и посвящена разработке учебного полигона для робота-манипулятора DOBOT Magician.

Важно отметить, что робототехника — это междисциплинарная область, которая сочетает в себе информатику и инженерию для проектирования и создания роботов. Со временем роботы превратились из простых механических устройств в сложные системы, способные выполнять различные задачи. История робототехники свидетельствует о значительных технологических достижениях и использовании роботов во многих различных областях, от промышленности до бытовых нужд. Современные роботы не только выполняют опасную и рутинную работу, но и занимаются высокоточными операциями, что существенно расширяет их функции и области применения.

Назначение DOBOT Magician довольно простое: это многофункциональная четырехосевая роботизированная рука размером с настольный компьютер, предназначенная для практического обучения. Но DOBOT может не только перемещать разные вещи с места на место, устройство поставляется с различными насадками, позволяющими осуществлять 3D-печать, лазерную гравировку, письмо и рисование, а также захват и вакуумную откачку. Будь то пайка печатных плат или работа с пером для 3D-печати, DOBOT Magician способен выполнять самые разнообразные задачи.

Исследования показали, что возможности обучения важны в образовании, особенно в контексте обучения робототехнике. Места проведения служат инструментом практического обучения, давая студентам возможность применить теоретические знания на практике. Работа в пространстве обучения робототехнике не только развивает навыки командной работы, но и критическое мышление, а также вдохновляет на дальнейшее обучение и карьерный рост в области робототехники.

Проектирование полигона имеет определенный план. Самое главное определить цели и задачи, где совместно с техническими характеристиками

можно создать учебный полигон. Для разработки полигона потребовались знания в области инженерии, робототехники и педагогики.

В разработке полигона важную роль сыграло участие технопарка педагогического университета В.П. Астафьева, именно там был собран и опробован полигон для робота-манипулятора.

В рамках учебного процесса предлагаются задания по игре в крестики-нолики, выкладыванию костяшек домино, решению задачи Ханойской башни и перемещению цветных кубиков с препятствием.

Современные подходы к образованию акцентируют внимание на практической направленности обучения и использования новейших образовательных технологий. Учебный полигон для робота-манипулятора DOBOT Magician представляет собой отличную возможность объединить теоретические знания с практическим опытом работы на реальном оборудовании. Это позволит учащимся лучше усваивать материал и развивать навыки в области робототехники.

Теоретический анализ показал, что конструкция учебного полигона должна учитывать особенности робота, который существует в двух модификациях: с интегрированным процессором и без него. Это требование стало определяющим при разработке универсального решения, способного эффективно работать с обеими версиями устройства. Разработка учебного полигона в виде ящика со сменными полями, выполняющими роль крышки, позволила достичь необходимой универсальности и гибкости использования.

Результаты исследования могут быть полезны для дальнейших разработок в области образовательных технологий и робототехники. Полученные данные и разработки могут быть использованы для создания аналогичных учебных полигонов для других типов роботов, что способствует повышению качества обучения и подготовки специалистов в данной области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Байнов, А. М., Зарипова, Р. С. Роль и место робототехники в современном мире // Наука и образование: новое время. 2019. № 1 (30). 93-95 с.
2. Белкин Р. С. Криминалистическая энциклопедия / Р. С. Белкин. – Москва: Мегатрон XXI, 2000. – 334 с.
3. Бербюк, В. Е. Динамика и оптимизация робототехнических систем / В. Е. Бербюк. М.: Наукова думка, 2019. 192 с.
4. Большой энциклопедический словарь / гл. ред. А. М. Прохоров. – Москва: Советская энциклопедия ; Санкт-Петербург : Ленингр. Галерея, 2002. – С. 4880.
5. Бройнль, Томас. Встраиваемые робототехнические системы. Проектирование и применение мобильных роботов со встроенными системами управления / Томас Бройнль. М.: РГГУ, 2019. 520 с.
6. Бурдаков, С. Ф. Проектирование манипуляторов промышленных роботов и роботизированных комплексов: Учебное пособие/М.: Высшая школа, 1986. 264 с.
7. Виноградов А. В. Модернизация учебно-лабораторной базы университета на основе создания учебных полигонов / А. В. Виноградов, А. В. Виноградова, А. Е. Семенов // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 3 (3). – С. 94-100.
8. Встовский, Н. Ю., Шеленок, Е. А., Шеразадишвили, Г. В. Разработка учебного робота-манипулятора, аппаратная часть [Электронный ресурс] / Н. Ю. Встовский, Е. А. Шеленок, Г. В. Шеразадишвили. — Режим доступа: <http://pnu.edu.ru> (дата обращения: 15.04.2024).
9. Вукобратович, М., Стокич, Д., Кирчански, Н. Неадаптивное и адаптивное управление манипуляционными роботами/ Вукобратович М., Стокич Д., Кирчански Н. М.: Мир, 1989 г.
10. Гонсалес, Р. Робототехника. М.: Мир, 1989. - 310 с.
11. Данилевский, В. Н. Манипулятор / В. Н. Данилевский // Открытия. Изобретения. 1977. № 19. С. 35-36.
12. Зенкевич, С. Л., Ющенко, А. С. Основы управления манипуляционными роботами / С. Л. Зенкевич, А. С. Ющенко. М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2004. 480 с.

13. Игнатъев, М. Б., Покровский, А. М. Алгоритмы управления роботами-манипуляторами / М. Б. Игнатъев, А. М. Покровский. М.: Машиностроение, 1972.
14. Каляев, И. А., Гайдук, А. Р. Однородные нейроподобные структуры в системах выбора действий интеллектуальных роботов / И. А. Каляев, А. Р. Гайдук. М.: Гостехиздат, 2019. 280 с.
15. Климчик, А. С., Гомолицкий, Р. И., Фурман, Ф. В., Сёмкин, К. И. Разработка управляющих программ промышленных роботов. Курс лекций / А. С. Климчик, Р. И. Гомолицкий, Ф. В. Фурман, К. И. Сёмкин. Минск, 2008.
16. Конструируем роботов на ScratchDuino. Первые шаги. М.: Мир, 2019. 183 с.
17. Корецкий, М. Г. К вопросу об организации научно-исследовательской работы студентов факультета технологии и предпринимательства МГОУ / М. Г. Корецкий // Технологическое образование: Достижения, инновации, перспективы : Межвузовский сборник статей, Тула, 17–20 февраля 2015 года. Тула: Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого, 2015. С. 45-48.
18. Корягин, А. В. Образовательная робототехника Lego WeDo. Сборник методических рекомендаций и практикумов / А. В. Корягин. М.: ДМК Пресс, 2018. 254 с.
19. Козырев, Ю. Г. Манипулирующее устройство. М.: Машиностроение, 2012, 104 с.
20. Краснова, С. А., Уткин, В. А. Блочный синтез систем управления роботами-манипуляторами в условиях неопределенности / С. А. Краснова, В. А. Уткин. М.: Ленанд, 2018. - 208 с.
21. Лапина, И., Металина, Е. Большой энциклопедический словарь / И. Лапина, Е. Металина. СПб.: Астрель, 2003. 1248 с.
22. Логвинова, О. Н., Махотин, Д. А. Модульный подход в разработке рабочих программ по технологии. // Школа и производство. 2021. №7. С. 57-62.
23. Макконнелл, С. Совершенный код / С. Макконнелл. М.: Русское издательство, 2017. 896 с.

24. Мобильные роботы. Робот-колесо и робот-шар: моногр. - М.: Гостехиздат, 2018. 532 с.
25. Монк, С. Прографируем Arduino. Работа со скетчами / С. Монк. СПб.: Питер, 2017. — 208 с.
26. Овчинников В. А. Учебные полигоны как инновационный подход к решению проблем в образовании / В. А. Овчинников, Ю. А. Шапошников // Деятельность сотрудников органов внутренних дел при чрезвычайных обстоятельствах: сборник научных статей. – Волгоград: Изд-во Волгоградская академия МВД РФ, 2011. – С. 175-179.
27. Официальный сайт компании DOBOT URL: <https://www.dobot.cc/dobot-magician/product-overview.html> (дата обращения: 15.04.2024).
28. Перспективные направления развития информационно-коммуникационных технологий. М.: Научная книга, 2022. 272 с.
29. Попов, Е. П., Письменный, Г. В. Основы робототехники. М.: Высшая школа, 1990. 222 с.
30. Роботы-манипуляторы.рф [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://xn--8sbb4apdidbgjdltho3kl6e.xn--p1ai/> (дата обращения: 14.04.2024).
31. Скакун В. А. Организация и методика профессионального обучения: учебное пособие для студентов образовательных учреждений среднего профессионального образования / В. А. Скакун. – Москва : Форум : ИНФРА-М, 2013. – 335 с.
32. Тимофеев, А. В. Роботы и искусственный интеллект / А. В. Тимофеев. М.: Наука, 2015. 192 с.
33. Тывес, Л. И. Механизмы робототехники. Концепция развязок в кинематике, динамике и планировании движений / Л. И. Тывес. М.: Ленанд, 2014. 208 с.
34. Турбин, С. П., Картечина, Н. В., Шевякова, Д. А., Турбина, А. П. Искусственный интеллект в современном мире // В сборнике: Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК. Материалы Международной научно-практической конференции. Мичуринскнаучоград РФ, 2021. С. 226-228.

- 35.Хирозэ, Шигео Бионические роботы. Змееподобные мобильные роботы и манипуляторы / Шигео Хирозэ. М.: Институт компьютерных исследований, 2014. 256 с.
- 36.Чуприна, Н. В., Седых, С. В. О соотношении социального и искусственного в робототехнике в условиях техногенного развития мира // Материалы ежегодной Международной заочной научно-практической конференции. 2021. № 2. С. 144-159.