

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой,

к. ф.-м. н.

_____ **М. В. Огнева**

ОТЧЕТ О ПРАКТИКЕ

студента 1 курса 173 группы КНиИТ

Пронина Антона Алексеевича

вид практики: производственная распределенная (научно-исследовательская
работа)

кафедра: Кафедра информатики и программирования

курс: 1

семестр: 1

продолжительность: 18 нед., с 01.09.2022 г. по 15.01.2023 г.

Руководитель практики от университета,

старший преподаватель

Е. Е. Лапшева

Тема практики: «Разработка комплекса аппаратно-программных и методических средств изучения робототехники в школе с использованием языка программирования КуМир»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 КуМир.....	6
1.1 Среда исполнения и язык программирования КуМир.....	6
1.2 Исполнители в системе КуМир	7
1.3 Актуальный статус развития языка программирования КуМир	9
1.4 Статистика использования языка программирования КуМир	10
1.5 Анализ учебно-методических комплексов по информатике	12
2 Робототехника в школе	16
2.1 Задачи по внедрению робототехники.....	16
2.2 Анализ подходов к внедрению изучения робототехники в школе ...	18
2.3 Аппаратно-программный комплекс Arduino	21
2.4 Соревнования по робототехнике в школе.....	23
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	26
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	28

ВВЕДЕНИЕ

Стремительное вхождение в повседневную жизнь информационных и коммуникационных технологий стало возможным благодаря широкому распространению персональных компьютеров и созданию глобальной сети Интернет. В связи с этим вопрос совершенствования и модернизации сложившейся образовательной системы остается актуальным [1]. Одним из наиболее интересных вопросов, требующих особого внимания в обучении информатике, является вопрос системы обучения программированию. Это связано с тем, что профессия специалистов в области информатики и информационных технологий в какой-то мере начинается со школы. Одним из прямых приложений программирования является робототехника. Многие исследователи отмечают актуальность развития данного направления в рамках обучения школьников [2], [3], [4]. Образовательная робототехника - уникальный инструмент обучения, который помогает сформировать привлекательную для детей учебную среду с практически значимыми и занимательными мероприятиями, подкрепляющими интерес учащихся к изучаемым предметам [5]. В то же время, изучение языка программирования КуМир является неотъемлемой частью обучения в школе в рамках дисциплины “Информатика”. Ввиду растущего интереса в сфере образования к обучению робототехнике в школе и широкой распространенности и глубокой степени интеграции современной образовательной системы с этим языком, появилась идея о разработке транслятора с языка КуМир в язык C++. Актуальность идеи заключается в снижении входного порога в область робототехники как со стороны ученика, предоставляя возможность, используя полученные навыки программирования в системе КуМир, заниматься разработкой роботов, так и со стороны преподавателя, уменьшая затраты на приобретение программных и аппаратных средств разработки.

В качестве аппаратной платформы данной задачи был выбран электронный конструктор и удобная платформа быстрой разработки электронных устройств для новичков и профессионалов - платы Arduino, ввиду низкой стоимости устройств, периферийных модулей, простоты разработки аппаратных устройств на базе этих плат, высокой модульности систем и их высокой распространенности среди робототехников. Цель работы - разработка комплекса аппаратно-программных и методических средств изучения робототехники в школе с использованием языка программирования КуМир.

Для выполнения поставленной цели, требуется выполнить следующие задачи:

- анализ методики использования системы программирования КуМир в учреждениях основного, среднего и дополнительного образования;
- анализ существующих систем программирования роботов в школьном обучении информатики: функционал, достоинства, недостатки;
- поиск и анализ существующих разработок взаимосвязи системы программирования КуМир и робототехнических систем;
- разработка требований к программному, методическому и аппаратному комплексу взаимосвязи языка программирования КуМир с платформой Arduino;
- создание программного обеспечения взаимосвязи языка программирования КуМир и Arduino;
- разработка технической и методической документации для комплекса;
- апробация разработанной системы в одном из образовательных учреждений города.

1 КуМир

1.1 Среда исполнения и язык программирования КуМир

КуМир (Комплект Учебных МИРов) - система программирования, предназначенная для поддержки начальных курсов информатики и программирования в средней и высшей школе с открытым исходным кодом [6]. Спектр возможностей применения данной системы программирования ограничен, ряд стандартных команд позволяет разрабатывать небольшие приложения с целью изучения основ программирования на процедурных языках. На данный момент язык КуМир - это язык, с которого хорошо начать, чтобы освоить основы алгоритмического подхода и процедурный стиль программирования (<https://foxford.ru/wiki/informatika/sredaprogrammirovaniya-kumir>). Система КуМир [7] в современном ее состоянии (с подсистемой ПиктоМир) состоит из расширяемого набора исполнителей (или роботов), набора систем программирования и вспомогательных утилит и программ. Расширяемый набор исполнителей (роботов) представляет собой отдельные самостоятельные программы и (или) электронно-механические устройства, имеющие собственное пультовое управление (интерфейс), а также возможность локального или сетевого управления из выполняющей системы.

Набор систем программирования:

- система программирования КуМир на школьном алгоритмическом языке, состоящая из редактора-компилятора алгоритмического языка с многооконным интерфейсом, интегрированная с выполняющей системой. Система не является полноценным интерпретатором или компилятором школьного алгоритмического языка. Зачастую, программа на школьном алгоритмическом языке компилируется в некий промежуточный код (подобный подход был использован в языке Java), который затем интерпретируется

и выполняется с автоматической генерацией точек останова по событиям и шагам (при пошаговом выполнении). В системе программирования КуМир также отсутствует отладчик в его классическом понимании. Это имеет свои причины, так как сильно упрощает процесс освоения и написания системы программирования КуМир, а также отладку программ. Все изменения используемых в школьной программе величин автоматически визуализируются на полях программы. Визуализируются и результаты логических операций. Кроме того, к системе можно подключать любого исполнителя (робота) из набора и программно управлять им;

- система бестекстового, пиктографического программирования ПиктоМир. В ней учащийся собирает программу из команд исполнителя (робота). Управляющие конструкции языка представлены определенной параметрической организацией алгоритмов. Созданная учащимися программа при выполнении передает команды робота и получает его состояние;
- система программирования на производственном языке программирования C++, Python и т.п; Вспомогательные утилиты и программы – это всевозможные редакторы миров исполнителей (роботов), конвертеры и препроцессоры из пиктографического языка в школьный алгоритмический язык, из школьного алгоритмического языка в C++ и Python [8] .

1.2 Исполнители в системе КуМир

Среда программирования КуМир обладает рядом исполнителей с разными уровнями сложности управления - “Робот”, “Чертежник”, “Вертун”, примеры программ исполнителей приведены на рисунках 1, 2.

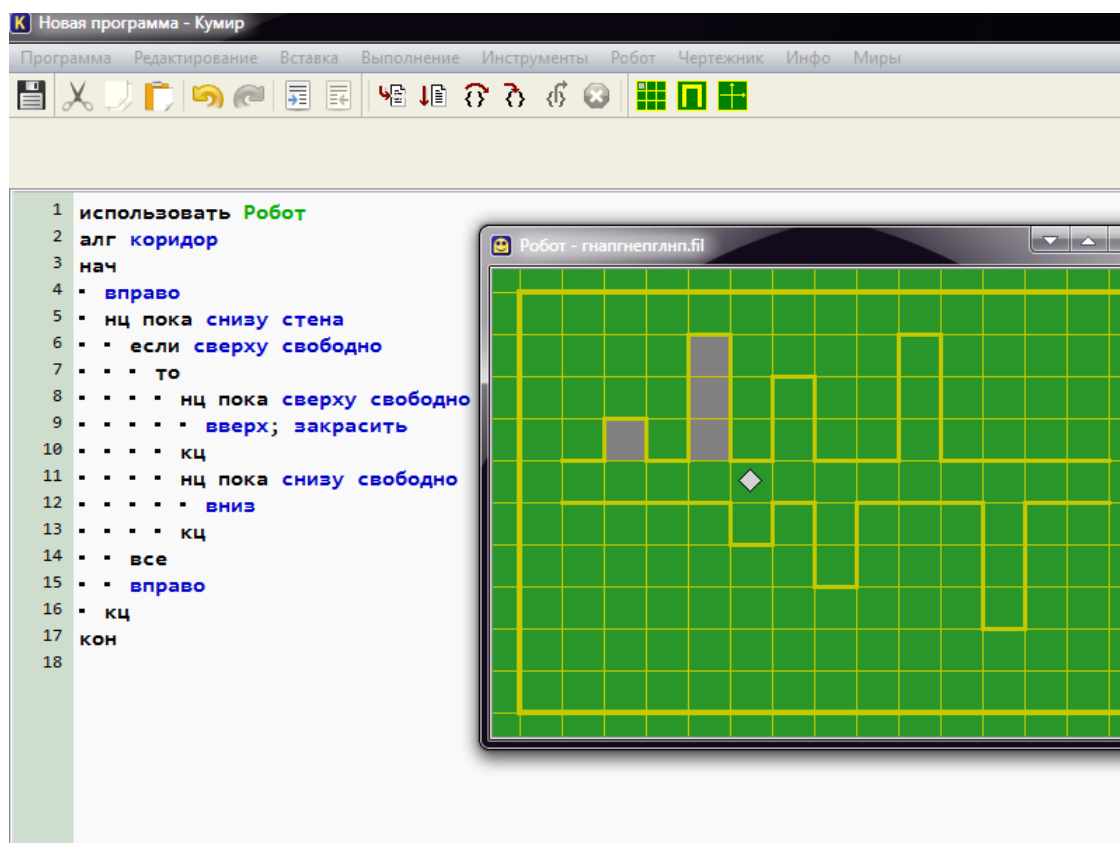


Рисунок 1 — Пример программы для исполнителя “Робот”

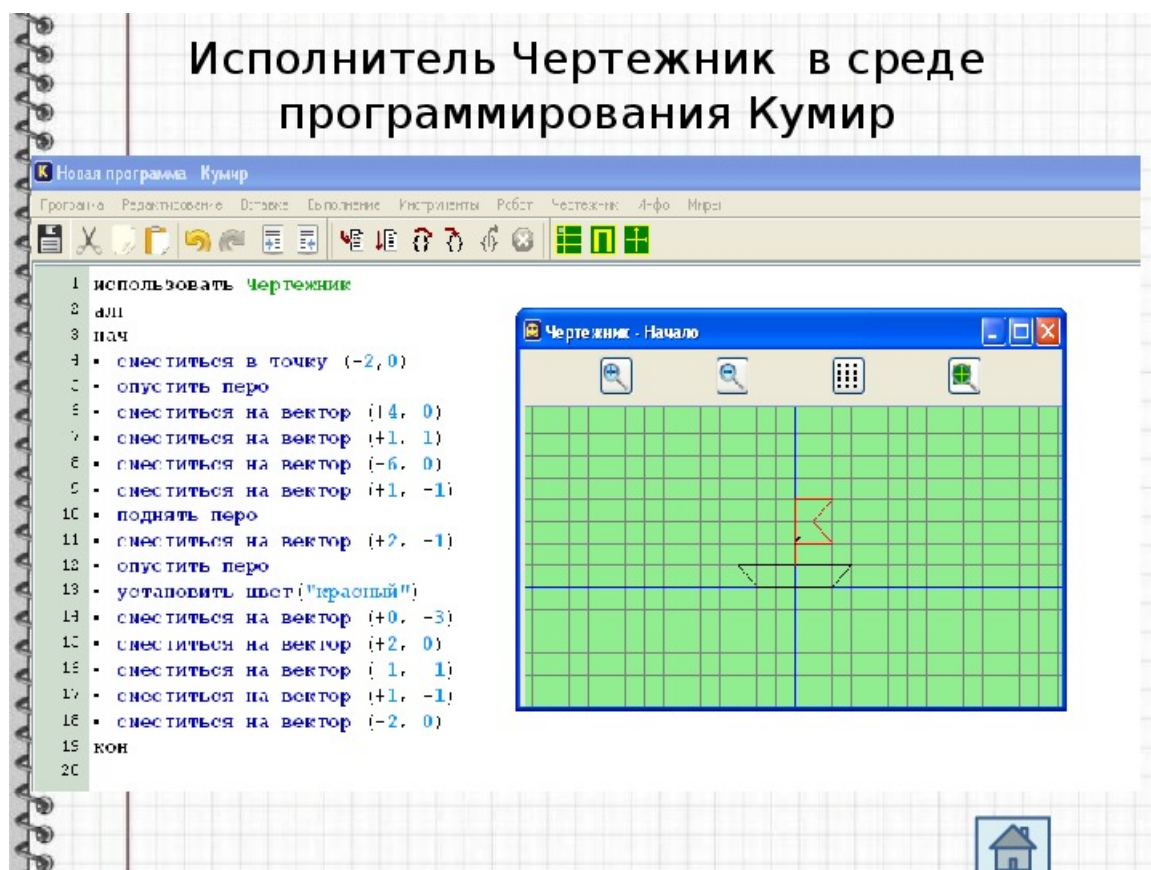


Рисунок 2 — Пример программы для исполнителя “Чертежник”

Обучающиеся могут плавно переходить между изучением исполнителей, постепенно повышая сложность разрабатываемых программ. КуМир-исполнители могут быть расположены либо в файле вместе с основной программой, либо в отдельном файле. Они доступны редактированию и выполнению в пошаговом режиме, как и обычная КуМир-программа. Таким образом, КуМир предоставляет базу для перехода от изучения основ объектно-ориентированного программирования в учебной среде к изучению производственных языков ООП [9] .

Исходный код системы программирования и языка программирования КуМир расположен в github-репозитории [10] . Данный факт предоставляет широкие возможности для развития языка программирования КуМир - любой желающий может разработать свою библиотеку, найти и исправить ошибку в работе некоторой части системы программирования. Такой доработкой может стать транслятор из языка КуМир в другой высокоуровневый язык программирования, например - C++.

1.3 Актуальный статус развития языка программирования КуМир

Последняя версия языка программирования КуМир (2.x) была выпущена в 2014 году. Разработчиками был решен ряд следующих задач:

1. возможность простого расширения функциональности системы путем реализации самодостаточных модулей;
2. возможность создания на базе системы КуМир различных конфигураций, адаптированных под специфичные применения, например, для проведения олимпиад;
3. радикальное увеличение скорости выполнения программ;
4. поддержка системы практикумов с возможностью самопроверки (для учеников) и отслеживания хода работы учеников (для учителей) [11] .

На момент 2022 года, развитие языка программирования КуМир приостановлено. Имеется ряд нерешенных проблем, вызывающих сложности при разработке. Например, поскольку в языке отсутствуют пространства имен, разделение функционала программы на библиотеки невозможно без знаний внутреннего устройства языка программирования КуМир и механизмов разработки исполнителей. Последние наработки создателей языка КуМир связаны с решением проблемы вынужденной смены формата обучения школьников с очного на дистанционный во время пандемии COVID-19. Разработчики предлагают решение описанной проблемы путем интеграции платформы КуМир с облачным сервисом Мирера. Данная доработка не позволяет полностью перейти от использования клиента системы программирования КуМир к работе при помощи облачного веб-сервиса, поскольку в рамках работы лишь был перенесен транслятор языка программирования с поддержкой стандартных исполнителей, визуальные среды для них не были проинтегрированы. Как отмечают авторы, даже при создании большого числа практикумов(500 задач), проделанной работы недостаточно. Без визуализации выполнения и отладки разработанной учащимся программы, значительно снижается скорость и качество восприятия изучаемого материала [12] .

1.4 Статистика использования языка программирования КуМир

КуМир активно используется при решении задач высокой сложности ГИА. В задании 15 учащимся предлагается выбор: задание 15.1 - написать программу для исполнителя “Робот” или задание 15.2 - разработка программы на универсальном языке программирования. Для выполнения задания 15.1 рекомендуют использовать среду программирования КуМир [13] .

Анализ результатов ГИА последних лет, позволяет понять, что школьники чаще и успешнее решают задачу 15.1. Для анализа были рассмотрены результаты

проведения ГИА в нескольких регионах - Калининградская область, Чукотский автономный округ, Ленинградская область и Саратовская область.

Данные статистики результатов ГИА по выбранным регионам позволяют выделить следующие тезисы, касательно выбора и успешности решения заданий 15.1 и 15.2:

- данные по Чукотскому автономному округу за 2022 год, демонстрируют ухудшение результатов при решении задания 15.2 среди учащихся [14] ;
- результаты проведения ГИА по Калининградской области за 2022 год отмечают низкий процент успешного решения задания 15.2 среди школьников - из 274 учащихся, выбравших данное задание, всего 3 смогли получить за него максимальный балл. В основном, школьники выбирают задание 15.1 и справляются с ним [15] ;
- по данным результатов проведения ГИА в Ленинградской области за 2019 год 70% учащихся, приступивших к заданию 15.1 не получили за него баллов, 2% получили 1 балл и 27% учащихся получили максимальный балл за данное задание. В то же время, результаты школьников по решению задания 15.2 следующие: 90% не справились с заданием, получив 0 баллов, 2% учащихся получили 1 балл и лишь 8% школьников смогли получить максимальный балл за решение задания 15.2 [16] ;
- в Саратовской области в 2022 ГИА по информатике сдавали 6501 школьников. Среди них только 2780 учащихся приступали к решению заданий 15.1 и 15.2. Среди учащихся, выбравших задание 15.1, 42% не справились с заданием, набрав 0 баллов, 3% не полностью выполнили задание, получив 1 балл и 55% успешно справились с заданием, набрав максимальный балл. Статистика по результатам решения задания 15.2 следующая: 16% не справились с заданием, получив 0 баллов, 5% учащихся не полностью выполнили задание, получив 1 балл и 78% успешно справились с заданием,

набрав 2 балла. Стоит отметить количественное соотношение учащихся - из 2780 учащихся, приступивших к решению задания, 2397 выбрали номер 15.1. Данные по результатам ГИА по саратовской области получены из данных, предоставленных региональным центром оценки качества (<http://sarrcoko.ru/>).

Проанализировав имеющиеся данные, можно сделать вывод о большей популярности задания 15.1 над заданием 15.2 - в Саратовской области школьников успешно справившихся с заданием 15.1 почти в 5 раз больше, чем справившихся с заданием 15.2! Данные свидетельствуют о высоком проценте использования полученных при изучении курса информатики навыков в среде программирования КуМир, подтверждающих актуальность данной работы.

На момент 2022 года, в составе ЕГЭ по информатике была изменена задача 6 - теперь это задание на анализ циклического алгоритма, выполняемого исполнителем. Авторы ЕГЭ (https://vk.com/video-36510627_456239849) прямо говорят о том, что это можно и нужно решать с помощью исполнителей среды программирования [17] .

1.5 Анализ учебно-методических комплексов по информатике

В качестве материалов исследования рассматривались учебники из федерального перечня на 2022-2023 годы. Рассматриваемые учебники можно разбить на три группы по авторству:

- учебники за авторством Гейна А.Г. и Сенокосова А.И.;
- учебники за авторством Босовой Л.Л. и Босовой А.Ю.;
- учебники за авторством Полякова К.Ю. и Еремина Е.А. [18]

В учебниках написанных А.Г. Гейном и А.И. Сенокосовым изучению языка КуМир и его исполнителям отводится очень мало времени. На протяжении всего курса с 6 по 11 класс используется алгоритмический язык, подобный

языку программирования КуМир, а для изучения понятия исполнителей приводятся задачи, требующие использования исполнителя “Робот”, но по факту, знакомство с языком КуМир происходит лишь в одной главе, сравнивающей программный код, написанный на алгоритмическом языке программирования, код на КуМире и Паскале.

В учебниках за авторством Босовых изучение языка программирования КуМир начинается в 6 классе со знакомства с исполнителем “Чертежник”. Помимо разбора команд исполнителя, материалы затрагивают понятие цикла n раз. Основы алгоритмизации и начала программирования раскрываются в учебнике для учащихся 8 классов. Для изучения понятия алгоритма и работы с исполнителем “Робот” используются примеры программ, реализованных при помощи языка КуМир. На этом обучение языку программирования КуМир заканчивается. Для более глубокого изучения программирования выбран язык Паскаль. Материал учебников не позволяет обучающимся познакомиться со всеми операторами и возможностями языка программирования и среды КуМир.

Больше всего изучению языка программирования КуМир посвящают время Поляков и Еремин. В 7 классе обучающиеся знакомятся с исполнителями “Робот”, “Чертежник”, “Черепаша” и “Вычислитель”, а также базовыми понятиями, такими как условная конструкция, цикл, вспомогательная программа и т.д. Для закрепления полученных знаний на практике приводятся примеры программ, написанных на языке программирования КуМир. В учебнике 8 класса на протяжении всего курса приводятся примеры программного кода на языке программирования КуМир. В третьей главе к изучению предлагаются два языка программирования на выбор - КуМир или Паскаль. В учебнике подробно разбирают составляющие программного кода: комментарии, операторы, идентификаторы; количественно и качественно расширяется набор возможностей языка программирования КуМир - ранее пройденные элементы разбираются

более детально, а также к рассмотрению приводятся новые конструкции языка, например сложные операторы ветвления и различные типы циклов. В учебнике 9 класса авторы так же предлагают к изучению языки программирования КуМир и Паскаль. Глава “Программирование” посвящена расширению списка конструкций языка программирования КуМир и решению задач с их использованием - символьные строки, массивы, матрицы, функции и процедуры. В учебнике 10 класса повышается сложность рассматриваемых задач - к изучению предлагаются задачи бинарного поиска и сортировки массива, реализуемые на языке программирования КуМир, а также приводятся функции работы с файловой системой, подкрепленные примерами. В учебнике для 11 класса язык программирования КуМир используется для разбора сложных задач, например, “Решето Эратосфена”. На данном этапе изучения языка программирования КуМир заканчивается ввиду недостаточности множества операторов. Часть программы обучения, посвященная изучению языка программирования КуМир рассматривает весь стандартный набор операторов и функции работы с файловой системой. Изучаемая теория подкрепляется заданиями, позволяющими закрепить полученные знания на практике. В качестве задач выступают широко распространенные задачи, изучаемые как в курсах среднего, средне-специального, так и высшего образования. Подход авторов позволяет изучить и использовать язык программирования КуМир в качестве скриптового языка программирования и решать с его помощью небольшие задачи, поскольку в серии учебников язык программирования КуМир рассматривается не только в контексте решения задач для исполнителей. Последовательное изложение материала с постепенным увеличением сложности предоставляет возможность плавно погрузиться в язык программирования.

Можно сделать вывод, что на изучение языка программирования КуМир отводится небольшое количество времени. Авторы учебников, составляю-

ших федеральный перечень предлагают обучающимся изучать более популярные языки программирования с большим функционалом, такие как Паскаль и Python. Во многом причиной данного факта является ограниченность конструкций языка КуМир, малое количество библиотек, отсутствие шаблона объектно-ориентированного программирования, невозможность дальнейшего применения полученных знаний, а также сложности с разработкой программ на языке программирования КуМир на разных платформах.

2 Робототехника в школе

2.1 Задачи по внедрению робототехники

В педагогике отмечается важность творческого мышления для получения новых знаний и применения их на практике. Творческий потенциал есть у каждого человека, однако реализовать его можно только в процессе соответствующей деятельности, побуждаемой познавательными (внутренними) мотивами. Особенно интенсивно творческое мышление, в том числе инженерное творческое мышление, развивается в школьном возрасте. В условиях современной школы мощным средством развития творческого инженерного мышления являются специализированные робототехнические комплексы. Изучение робототехники обеспечивает в дальнейшем освоение большого числа прикладных технических наук. В свою очередь, быстрое развитие робототехнических средств обучения диктует необходимость проектирования соответствующих дидактических систем. Образовательная робототехника занимает достаточно большое место в школьной программе. Она преподается как в рамках специально отводимого учебного времени, так и в процессе внеурочной деятельности [19] .

Робототехника - это проектирование и конструирование всевозможных интеллектуальных механизмов-роботов, имеющих модульную структуру и обладающих мощными микропроцессорами. Робототехника - прикладная наука, занимающаяся разработкой автоматизированных технических систем. Активная вовлеченность детей в конструирование физических объектов, способствует развитию понятийного и речевого аппарата, что в свою очередь, при правильной поддержке со стороны учителя, помогает детям лучше вникать в суть вещей и продолжать развиваться. Образовательная робототехника - уникальный инструмент обучения, который помогает сформировать привлекательную для детей учебную среду с практически значимыми и интересными мероприятиями,

подкрепляющими интерес учащихся к изучаемым предметам. Занятия робототехникой способствуют развитию творческой активности учащихся, включению учащихся в различные виды творческой деятельности, внесению проблемности в дидактический процесс, развитию следующих качеств творческого мышления: самостоятельности, критичности и т. д. [20]

В ходе обучения робототехнике школьники активно участвуют в проведении теоретических и экспериментальных исследований робототехнических систем различного назначения, изучают методы и средства их проектирования и моделирования. Разрабатывают новые методы управления и обработки информации, осуществляют поиск новых конструктивных решений и робототехнических систем широкого назначения, их подсистем и отдельных модулей. Анализируя возможности робототехники как учебной дисциплины, следует выделить компетенции, которые развивать в рамках других дисциплин сложно:

1. способность адаптироваться к решению различных научных, производственно-технологических задач;
2. возможность эффективно применять современные информационные технологии в проектировании программно-аппаратных комплексов и систем;
3. способность мыслить на стыке наук математики, информатики и физики.

Существенный объем содержания обучения робототехнике тесно связан с алгоритмизацией и программированием. Без освоения понятий алгоритма, основных управляющих алгоритмических структур (следование, разветвление, цикл, вспомогательный алгоритм) и использования их при программировании невозможно освоение управления робототехнической конструкцией, а также решение таких задач, как движение робота в пространстве и объезд препятствий с использованием датчиков, движение по заданной траектории и др.

При обучении алгоритмизации традиционно используются исполнители, например, в учебнике Л. Л. Босовой – целый ряд исполнителей: “Робот”, “Чер-

тежник”, “Черепаша” в виртуальной среде КуМир.

Робототехника в настоящее время рассматривается в образовательной практике и как новое направление в содержании обучения, как новая технология обучения. Стоит определить следующие педагогические задачи использования робототехники в обучении школьников:

- демонстрация возможностей робототехники как одного из основных направлений научно-технического прогресса и новой технологии;
- усиление профильной подготовки учащихся, их ориентация на профессии инженерно-технического профиля;
- развитие у школьников познавательного интереса и мотивации к изучению ряда школьных предметов [21] .

Повышение качества образования за счет следующих факторов:

1. углубление и расширение предметного знания;
2. совершенствование знаний в области прикладных наук;
3. интеграция материальных и информационных технологий, интеграция конструирования и программирования;
4. интеграция знаний в области математических, физических, инженерно-технических наук и информатики, углубление межпредметных связей;
5. формирование умений и навыков проектирования, моделирования и конструирования;
6. развитие учебно-исследовательских умений и навыков, овладение методами проведения экспериментов.

2.2 Анализ подходов к внедрению изучения робототехники в школе

На данный момент существует большое количество подходов к внедрению робототехники в школе. Проанализировав актуальные исследования и разработки, можно группировать самые популярные подходы:

- использование комплектов Arduino и языка C++;
- использование комплектов Lego Mindstorm и среды Trik Studio;
- использование собственных разработок, например, комплект “УМКА” [22] .

Самым популярным комплектом для занятий робототехникой по уровню доступности является Arduino. Низкая стоимость компонентов, большое сообщество разработчиков и среда для программирования с открытым исходным кодом предоставляют массу возможностей по созданию собственных роботов и модификации существующих. Имеется масса вариантов для старта изучения робототехники на основе данной платы - можно самостоятельно приобрести контроллер Arduino и набор периферийных модулей или рассмотреть готовые комплекты, например серию “Матрешка” от компании “Амперка” (<https://amperka.ru/page/matryoshka-comparison>).

Другим популярным вариантом является программирование роботов LEGO Mindstorm в специализированной среде программирования. Среда TRIK Studio – это дальнейшее развитие QReal:Robots, поддерживавшей конструкторы LEGO Mindstorms NXT. Данная среда программирования использовалась при проведении олимпиады «Робофест» в 2020 году. Также оборудование ТРИК используется при реализации проектов в рамках Олимпиады Кружкового движения Национальной технологической инициативы — всероссийских инженерных соревнований для школьников 5-11 классов по 30 профилям. TRIK Studio поддерживает все основные возможности конструктора ТРИК: работа с видеокамерой на роботе, синтез речи, обмен сообщениями между роботами в группе, работа с Android-пультом, работа с гироскопом и акселерометром. Разумеется, поддерживаются и обычные для робототехнических конструкторов возможности, такие как работа с датчиками, моторами, дисплеем робота, кнопками. В TRIK Studio также была реализована поддержка LEGO NXT и LEGO EV3 (в ограниченном объё-

ме). Переключение между режимами осуществляется в настройках программы и на панели инструментов [23] .

Имеется ряд работ, сравнивающих дидактический потенциал и возможности платформ Arduino и микроконтроллеров семейства LEGO. Исследователи отмечают более высокую сложность платформы Arduino, предоставляющую более гибкую и изменяемую на разных уровнях разработку.

Сравнивая платформы Lego и Arduino можно выделить следующие их общие отличительные особенности:

1. стоимость комплекта Arduino составляет в среднем 6000 рублей. Детали можно докупать по отдельности. В то время как стоимость комплекта Lego mindstorms ev3 начинается от 40000 рублей по данным на 2022 год. Детали нельзя докупать по отдельности;
2. комплектующие Arduino представляют собой стандартные радиодетали. Детали Lego являются уникальными;
3. габаритные размеры компонентов конструктора Arduino значительно меньше чем у lego;
4. к Arduino можно подключить различные модули и компоненты (в том числе и спроектированные самостоятельно), в то время как у Lego используются только определенные компоненты и специализированные разъемы;
5. микроконтроллер Arduino программируется на C-подобном языке, а для Lego разработан свой собственный язык и графическая среда.

Из данного анализа можно сделать вывод, что платформа Arduino является более универсальным и гибким средством, позволяя конструировать и программировать произвольные программно-аппаратные комплексы, тогда как платформа Lego ограничена набором типовых деталей конструктора, включая датчики и исполнительные механизмы [24] , конструктора на базе данного микроконтроллера в формировании технической культуры школьников [25] , образовательной ро-

бототехники в обучении дошкольников и младших школьников (на основе опыта разработки и реализации образовательной программы «Хорошо играть») [26] .

2.3 Аппаратно-программный комплекс Arduino

Использование платформы Arduino в педагогической деятельности открывает новые возможности для студента и школьника. Проекты, реализуемые в учебном процессе в образовательных учреждениях, могут выполняться и развиваться дома. Помимо раскрытия творческих способностей создается благодатная основа для реализации индивидуализации учебного процесса. В последние годы во многих школах активно организуется основная и дополнительная образовательная деятельность учащихся, связанная с освоением элементов робототехники (<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>).

Развитие современных информационных технологий будет связано не только с появлением новых технических совершенных устройств, но и с развитием робототехники. Основы робототехники еще не является обязательной составляющей ФГОС ООО, поэтому обучение этому курсу возможно в рамках внеурочной деятельности или предпрофильной подготовки (элективные курсы), а также в профильном обучении в 10–11 классах. Хочется подчеркнуть, что существующие образовательные программы по информатике позволяют использовать робототехнику, микроэлектронику (и инженерные составляющие) как методический инструмент учителя, без необходимости изменения рабочей программы педагога. Использование платформы Arduino для образовательных учреждений позволяет получить возможность развить навыки программирования на практике, а также освоить азы схемотехники, дает возможность обучающимся освоить основные приемы разработки аппаратной и программной части автономных автоматизированных комплексов. Исследователи вопроса актуальности изучения робототехники на базе платформы Arduino в образовательном

процессе отмечают повышение креативности учащихся [27] , активное формирование и оттачивание профессиональных навыков и умений, а также развиваются и осваиваются компетенции естественно-научной направленности, связанные с физико-техническими дисциплинами [28] .

Arduino - комплекс аппаратно-программных средств с открытым исходным кодом, обладающий низким порогом вхождения как со стороны программирования, так и со стороны электроники. Электронные платы способны считывать и генерировать входные и выходные сигналы. Для передачи последовательности команд управления плате используется язык программирования Arduino и соответствующая среда исполнения. Многолетняя история развития платформы Arduino включает в себя тысячи проектов - от небольших устройств до крупных научных инструментов. Сообщество разработчиков данной платформы состоит из программистов различного уровня - от любителей до профессионалов, собравших и систематизировавших свой опыт взаимодействия с Arduino для помощи в вопросах разработки проектов, полезный как новичкам, так и профессионалам. Arduino стала самой популярной платформой для разработки встроенных систем благодаря простоте взаимодействия и дизайну. Программное обеспечение может быть легко использовано на любой операционной системе. Студенты и преподаватели используют комплекс Arduino для разработки недорогих научных инструментов, для исследования физических и химических законов, а также для изучения основ программирования и робототехники. Дизайнеры и архитекторы создают интерактивные прототипы, музыканты и художники используют его для создания инсталляций и экспериментирования с новыми инструментами. Большим плюсом является огромное число инструкций по созданию устройств шаг-за-шагом, позволяющим любому разработчику повторить и попробовать существующее решение.

Основные плюсы:

- низкая стоимость плат и компонентов платы Arduino сравнительно недороги в сравнении с прочими программно-аппаратными платформами. Минимальная конфигурация системы может быть собрана вручную, используя готовые модули, стоимостью не более 50\$;
- кросс-платформенность среда исполнения Arduino выполняется на Windows, Macintosh OSX и Linux, хотя прочие микроконтроллерные системы доступны лишь для разработки, используя ОС Windows;
- простая, чистая среда для программирования редактор кода Arduino прост и гибок как для новичков, так и для профессионалов в данной сфере. Для преподавателей его удобность кроется в среде программной обработки, позволяя студентам создавать программы на языке программирования высокого уровня без глубоких знаний в низкоуровневом программировании;
- открытое расширяемое ПО среда программирования Arduino - свободно распространяемая среда исполнения программного кода, написанного на языке программирования, схожем с AVR C, на котором основана платформа;
- открытая и расширяемая аппаратная часть схемы плат Arduino публикуются в сети с использованием открытой лицензии, позволяющей любому разработчику плат воспроизвести плат в соответствии с чертежом и модернизировать её. Даже неопытные пользователи могут создать кальку модуля, используя макетную плату для понимания механизмов её работы и экономии денег [29] .

2.4 Соревнования по робототехнике в школе

Олимпиады, конференции и соревнования — это способы проверить свои способности. Как правило, задания на таких мероприятиях выше уровня школь-

ной программы и требуют дополнительно творческого подхода. Особенно, если это касается такой достаточно нестандартной области, как робототехника.

Олимпиады по робототехнике входят в утвержденный Министерством науки список соревнований, победители которых получают льготы при поступлении в профильные высшие учебные заведения. Например, данная категория есть в олимпиаде для школьников «Ломоносов» (<https://olimpiada.ru/activity/352>). Направление вытекло из раздела механики и уже несколько лет является самостоятельной номинацией. Она проводится для детей с 7 по 11 класс в два этапа (отборочный и заключительный).

Соревновательная робототехника — это прикладное направление, в основе которого практическая работа конкурсантов. С целью тестирования возможностей роботов и их разработчиков придумывают множество разных заданий. Например, на протяжении многих лет не угасает интерес к боям роботов. И на то есть ряд причин. В первую очередь, это открытость мероприятия — принять участие в нем может любой, кто способен создать своего бойца.

Как правило, принять участие в соревнованиях может любой желающий, проходящий по возрасту. Соревнования по робототехнике проводятся для школьников и студентов, есть ряд мероприятий для дошкольников. В конкурсах в зависимости от условий могут принимать участие как команды от 2-х человек, так и одиночки. Каждому соревнованию предшествует этап подготовки и, как правило, участники готовятся к заранее определенному турниру: некоторые подразумевают, что конкурсанты принесут готовые модели на конкурс, другие — сборку модели на месте.

Начиная с 2015 года, в Российской Федерации ежегодно проводится Национальная технологическая олимпиада - командные инженерные соревнования для школьников и студентов, объединяющие самых разных людей, которые хотят и могут решать приоритетные технологические задачи, стоящие перед

Россией (<https://ntcontest.ru/>).

Участвуя в НТО, школьники и студенты со всей России обучаются у лучших и решают задачи, поставленные государственными компаниями, лидерами технологических отраслей, прорывными технологическими компаниями. Участники знакомятся с самыми разными областями: от искусственного интеллекта и «умной» энергетики до нейротехнологий и геномного редактирования.

Участие в подобных олимпиадах позволяет школьникам получить уникальный опыт решения практических задач за рамками программы обучения. Победа дает абитуриентам льготы на 100 баллов ЕГЭ при поступлении в ведущие инженерные вузы; победителей приглашают на стажировки; студенты выпускных курсов могут получить бонусы при поступлении в магистратуру.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы были изучены и проанализированы материалы по методике преподавания языка программирования КуМир, и проведено исследование использования школьниками языка программирования КуМир, также были проанализированы исследования, определяющие роль изучения робототехники в рамках обучения школьников для различных аппаратных комплектов, используемых при обучении. Были решены следующие задачи:

- был исследован набор основных команд и архитектура программ при разработке на языке программирования КуМир;
- были проанализированы результаты ОГЭ за 2019-2022 годы в разных регионах российской федерации;
- были рассмотрены учебники, рекомендованные ФГОС по предмету "Информатика" на 2022-2023 с целью анализа методики использования системы программирования Кумир в учреждениях основного и среднего образования;
- были проанализированы современные исследования, определяющие цели и задачи изучения робототехники в рамках школьной программы;
- были исследованы и анализированы используемые аппаратные платформы для изучения робототехники, а также их альтернативы;

В рамках ВКР был разработан транслятор с языка программирования КуМир в язык C++. Программа имеет ряд недостатков, которые предстоит исправить и список улучшений, которые планируется реализовать. Среди задач по улучшению транслятора можно выделить следующие:

- создание системы тестирования разработанного транслятора;
- тестирование и поиск ошибок при трансляции программного кода с языка КуМир в C++;

- создание отдельного клиента среды программирования КуМир, специально для разработки роботов;
- добавление возможности прошивки робота из клиента;
- добавление инструмента выбора порта с подключенным роботом для прошивки;
- добавление настраиваемого алгоритма прошивки, определяющего роль результата трансляции в архитектуре программы для прошивки робота.

После реализации клиента среды программирования КуМир для разработки роботов и исправления ошибок транслятора найденных в ходе тестирования планируется спроектировать и разработать робота на базе аппаратного комплекса Arduino для опробования разработки в школах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сармантаева, Л. С. Исследование технологий обучения программированию в школе / Л. С. Сармантаева // *Проблемы и перспективы развития образования в России*. — 2012. — № 16. — С. 111–114.
- 2 Челнокова, Е. А. Робототехника в образовательной практике школы / Е. А. Челнокова, А. В. Хижная, Д. А. Казначеев // *Проблемы современного педагогического образования*. — 2019. — Т. 1, № 65. — С. 297–299.
- 3 Сеньюшкин, Н. С. Изучение робототехники в школе - путь интеграции в инженерное образование / Н. С. Сеньюшкин // *Актуальные проблемы авиации и космонавтики*. — 2014. — Т. 2, № 10. — С. 377–378.
- 4 Брянцева, Р. Ф. Занимательная робототехника в современной школе / Р. Ф. Брянцева // *Наука и перспективы*. — 2018. — № 1. — С. 3–7.
- 5 Образовательная робототехника дайджест актуальных материалов / Под ред. Т. Г. Попова. — Екатеринбург: ГАОУ ДПО «Институт развития образования Свердловской области»; Библиотечно-информационный центр, 2015.
- 6 Официальный сайт КуМир [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: <https://www.niisi.ru/kumir/>. Загл. с экр. Яз. рус.
- 7 Леонов, А. Г. Методика преподавания основ алгоритмизации на базе системы «КуМир» [Электронный ресурс]. — 2009. — URL: https://inf.1sept.ru/view_article.php?ID=200901701. Загл. с экр. Яз. рус.
- 8 Кушниренко, А. Г. докл. ПиктоМир: пропедевтика алгоритмического языка (опыт обучения программированию старших дошкольников) // Большой московский семинар по методике раннего обуч. информатике. — М.: ИТО-РОИ, 2012.

- 9 *Леонов, А. Г.* Переход от непосредственного управления исполнителями к составлению программ в пропедевтическом курсе информатики // Ярославский педагогический вестник. — 3 № 3. — 2013. — С. 17–30.
- 10 Исходный код среды исполнения КуМир [Электронный ресурс]. — URL: <https://github.com/a-a-maly/kumir2>. Загл. с экр. Яз. рус.
- 11 *Кушниренко, А. Г.* Система программирования КуМир 2.x / А. Г. Кушниренко, М. А. Ройтберг, Д. В. Хачко, В. В. Яковлев // *Труды НИИСИ*. — 2015. — Т. 5, № 1. — С. 142–146.
- 12 *Кушниренко, А. Г.* Опыт интеграции цифровой образовательной среды КуМир в платформу Мирера // Объединенная конференция "СПО: от обучения до разработки": материалы конференции / Под ред. В. Л. Чёрный. — МАКС Пресс, 2022. — С. 24–30.
- 13 Спецификация ОГЭ [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: <https://fipi.ru/oge/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/173801626-5>. Загл. с экр. Яз. рус.
- 14 *Полякова, Н.* Основные итоги государственной итоговой аттестации по общеобразовательным программам основного общего образования в формах основного государственного экзамена на территории Чукотского автономного округа в 2022 году / Н. Полякова, Л. Колыханова, Д. Павлун; Под ред. А. Боленков, Т. Русина. — Анадырь: Отдел оценки и контроля качества образования Департамента образования и науки Чукотского автономного округа, 2022.
- 15 *Евдокимова, Л. А.* Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа результатов основного государственного экзамена на территории калининградской области / Л. А. Евдокимова, В. А. Зеленцова,

- др.; Под ред. К. М.И. — Калининград: Изд-во Калининградского областного института развития образования, 2022.
- 16 *Таммемяги, Т. Н.* Аналитический отчет предметной комиссии о результатах государственной итоговой аттестации выпускников 9 классов по информатике и икт в 2022 году в Санкт-Петербурге / Т. Н. Таммемяги, С. Б. Зеленина, Н. Н. Яковлев. — СПб.: ГБУ ДПО «СПб ЦОКОиИТ», 2022.
- 17 Утверждённая ДЕМО-версию ЕГЭ по информатике 2023 [Электронный ресурс]. — URL: https://doc.fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory/2023/inf_11_2023.zip.
Загл. с экр. Яз. рус.
- 18 Список школьных учебников ФГОС на 2022-2023 [Электронный ресурс]. — 2022. — URL: <https://fpu.edu.ru/>. Загл. с экр. Яз. рус.
- 19 *Илькевич, Б. В.* Формирование творческого инженерного мышления в процессе обучения робототехнике / Б. В. Илькевич, К. Б. Илькевич, Т. Г. Илькевич // *Ученые записки университета Лесгафта*. — 2021. — Т. 3, № 193. — С. 150–157.
- 20 *Шабалин, К. В.* Формирование креативных способностей школьников при выполнении проектов на базе платформы Arduino / К. В. Шабалин // *Педагогическое образование в России*. — 2022. — № 2. — С. 135–140.
- 21 *Филимонова, Е. В.* Задачный подход к обучению робототехнике с использованием среды trik studio в школьном курсе информатики / Е. В. Филимонова // *Наука и школа*. — 2020. — № 2. — С. 109–121.
- 22 *Воронин, И. В.* Использование программируемого робота конструктора в образовательных целях / И. В. Воронин // *Ярославский педагогический вестник*. — 2013. — Т. 3, № 4. — С. 98–102.

- 23 Бешенков, С. А. Использование визуального программирования и виртуальной среды при изучении элементов робототехники на уроках технологии и информатики / С. А. Бешенков, М. И. Шутикова, В. Б. Лабутин, В. И. Филиппов // *Информатика и образование*. — 2018. — Т. 5, № 294. — С. 20–22.
- 24 Гордиевских, В. М. Микроконтроллеры Lego ev3 и Arduino uno как технологическая основа для курса робототехники в вузе / В. М. Гордиевских // *Вестник Шадринского государственного педагогического университета*. — 2016. — Т. 3, № 31. — С. 160–163.
- 25 Самарина, А. Е. Возможности конструктора «Scratchduino» для обеспечения занятий по робототехнике на разных ступенях школы / А. Е. Самарина // *Концепт*. — 2016. — № 10. — С. 82–88.
- 26 Гейхман, Л. К. Образовательная робототехника в работе с детьми дошкольного и младшего школьного возраста / Л. К. Гейхман // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Проблемы языкознания и педагогики*. — 2015. — Т. 14, № 4. — С. 115–126.
- 27 Глазов, С. Ю. Возможности применения платформы Arduino в учебном процессе педагогического вуза и общеобразовательных школ / С. Ю. Глазов, А. Н. Сергеев, В. Л. Усольцев // *Известия ВГПУ*. — 2021. — Т. 163, № 10. — С. 24–29.
- 28 Серёгин, М. С. Использование платформы Arduino в образовательной деятельности / М. С. Серёгин // *Инновационная наука*. — 2019. — № 6. — С. 62–64.
- 29 Леонов, А. Г. Тенденции объектно-ориентированного программирования в разработке системы КуМир / А. Г. Леонов // *Программные продукты и системы*. — 2012. — № 4. — С. 251–254.