

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ РОБОТОТЕХНИКЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 8–9-Х КЛАССОВ ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ

<sup>1</sup>Гаптеррахимова Р.Т., <sup>2</sup>Фазлиахметов Т.Р., <sup>2</sup>Батрова Н.И., <sup>3</sup>Хабибуллин М.З.

<sup>1</sup>МБОУ «Кильдебякская средняя общеобразовательная школа» Сабинского муниципального района Республики Татарстан, e-mail: ruzyagt@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный университет», Казань, e-mail: FazliahmetovTimur@yandex.ru, nibatrova@gmail.com;

<sup>3</sup>Академия Наук Республики Татарстан, Казань, e-mail: kazanmars@rambler.ru

Цель исследования – обобщить методический опыт обучения робототехнике и предложить свое видение внедрения робототехники во внеурочную деятельность посредством кружка «Робототехника» для обучающихся 8-х и 9-х классов в целях дальнейшего распространения. В качестве материала исследования были использованы публикации в научных журналах, учебники и учебно-методические пособия, а также практический опыт преподавания в школе. Методы исследования: анализ литературных данных, наблюдение, синтез, сопоставительный анализ, систематизация, методы математической статистики. Раскрыто понятие инженерного мышления и обозначены принципы его формирования и развития. Решены дидактические и методические вопросы изучения кружка «Робототехника». Предложена авторская программа кружка «Робототехника» для обучающихся 8-х и 9-х классов, направленная на развитие инженерного мышления учащихся. Представлены возможности робототехнического набора «КЛИК», входящего в реестр Российской продукции Министерства промышленности Российской Федерации, и набора Formula R2-D2, которые были использованы на занятиях. В течение 2023/2024 учебного года проведено исследование на базе МБОУ «Кильдебякская средняя общеобразовательная школа» Сабинского муниципального района Республики Татарстан, подтверждающее, что изучение кружка способствует развитию инженерного мышления у учащихся. В дальнейшем планируется выстроить непрерывную систему подготовки учащихся в области робототехники, начиная с начальных классов.

Ключевые слова: образовательная организация, внеурочная деятельность, кружок «Робототехника», развитие инженерного мышления обучающихся, робототехнические наборы «КЛИК» и Formula R2-D2.

## THE RESULTS OF ROBOTICS TRAINING OF 8-9TH GRADES STUDENTS DURING EXTRACURRICULAR TIME

<sup>1</sup>Gapterakhimova R.T., <sup>2</sup>Fazliahmetov T.R., <sup>2</sup>Batrova N.I., <sup>3</sup>Khabibullin M.Z.

<sup>1</sup>MBOU «Kildebyak secondary school» of Sabinsky municipal district of the Republic of Tatarstan, e-mail: ruzyagt@mail.ru;

<sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, e-mail: FazliahmetovTimur@yandex.ru, nibatrova@gmail.com;

<sup>3</sup>Academy of Sciences of The Republic of Tatarstan, Kazan, e-mail: kazanmars@rambler.ru

The purpose of the work is to summarize the methodological experience of teaching robotics, and offer author's vision of the introduction of robotics into extracurricular activities through the «Robotics» study club of 8-9th grades students for further distribution. Publications in scientific journals, textbooks and teaching aids, as well as practical experience of teaching at school were used as research material. Research methods: literary data analysis method, observation method, synthesis, comparative analysis, systematization, methods of mathematical statistics. The concept of engineering thinking is revealed and the principles of its formation and development are outlined. Didactic and methodological issues in studying the «Robotics» study club have been resolved. An original program for the «Robotics» study club has been proposed for 8–9th grades students, aimed at developing students' engineering thinking. The capabilities of the CLICK robotic kits, which are included in the register of Russian products of the Ministry of Industry of the Russian Federation, and Formula R2-D2 for the implementation of the study club program are presented. The study was conducted at the Kildebyak Secondary School in the Sabinsky Municipal District of the Republic of Tatarstan during the 2023/2024 academic year, confirming that training the study club contributes to the development of engineering thinking among students. In the future, it is planned to build a continuous system of training students in the field of robotics, starting from elementary grades.

Keywords: educational organization, extracurricular activities, «Robotics» study club, development of engineering thinking of students, robotic kits «CLICK» and Formula R2-D2.

Актуальность исследования обусловлена предъявлением все более высоких требований цифровой современной экономики и технологических прогрессов к инженерным кадрам. Существует острая потребность в квалифицированных специалистах в области робототехники, способных разрабатывать, внедрять и обслуживать сложные технические системы и инновационные решения. Однако существующая система образования не всегда успевает за быстро меняющимися запросами рынка труда. Одним из эффективных способов достижения этой цели является популяризация робототехники в современной системе образования. Робототехника предлагает уникальные возможности для развития учащихся, поскольку объединяет в себе элементы различных научных областей. По мнению Б.В. Илькевича и К.Б. Илькевича, современное школьное образование включает получение робототехнических знаний, но при этом недостаточно внимания уделяется проектированию дидактических условий и компонентов процесса обучения, в том числе средств обучения, формированию инженерного мышления как результата обучения робототехнике [1].

**Цель исследования:** обобщить методический опыт обучения робототехнике, накопленный в последние десятилетия в практике школьного образования, предложить свое видение внедрения робототехники во внеурочную деятельность посредством кружка «Робототехника» для обучающихся 8-х и 9-х классов.

**Материал и методы исследования.** Вопросы внедрения образовательной робототехники на уроках информатики изучались многими авторами, такими как А.В. Минкина, А.В. Костина, Н.Н. Костина, Л.И. Попова, З.Б. Рязанова, С.С. Сорокин и С.В. Солин; проблемы формирования и развития инженерного мышления обучающихся представлены в работах П.В. Зуева, Е.С. Кошечевой, Б.В. Илькевича, К.Б. Илькевича, Т.Г. Илькевич, Д.А. Мустафина, А.Т. Фаритова, О.Н. Филатовой, О.Ю. Рябковой, Е.Л. Ермолаевой и С.В. Шиповской и др. [2, 3, 4].

Теоретические методы, использованные в процессе исследования: изучение, анализ, наблюдение, синтез и систематизация существующих подходов к реализации образовательной робототехники с целью формирования и развития инженерного мышления обучающихся основной школы. Практические методы: реализация обучения по программе «Робототехника» во внеурочное время, применение методов математической статистики в процессе обработки результатов исследования.

Сегодня многие образовательные организации внедряют курсы робототехники, которые способны увлечь учащихся и помочь при выборе дальнейшего пути. Занятия робототехникой обладают огромным потенциалом и позволяют сформировать и развивать инженерное мышление учащихся. Существуют различные подходы к определению сущности понятия «инженерное мышление». В исследованиях П.В. Зуева и Е.С. Кошечевой под

инженерным мышлением понимается комплекс интеллектуальных процессов и их результатов, которые обеспечивают решение задач в инженерно-технической деятельности [2]. В исследованиях О.Н. Филатовой, О.Ю. Рябкова и Е.Л. Ермолаевой под инженерным мышлением понимается особый вид профессионального мышления, формирующийся и проявляющийся в способности самостоятельно ориентироваться в новых технологиях, в их реализации, трансформации и их внедрении в производственный цикл [4].

В своих работах С.В. Шиповская выделяет следующие критерии, характеризующие инженерное мышление [5]:

- проблемность, способность выявлять и решать противоречия;
- умение мысленно строить идеальную модель;
- эффективная организация мыслительной деятельности;
- высокий контроль собственной умственной активности, способность сознательно ее форсировать;
- системность мышления;
- способность генерировать парадоксальные идеи;
- практическая направленность мышления;
- конкретность и четкость путей решения проблемы;
- способность к рационализаторству, изобретению и открытию.

З.С. Сазонова считает, что инженерное мышление должно опираться на хорошо развитое воображение и включать различные виды мышления: логическое, творческое, наглядно образное, практическое, теоретическое, техническое, пространственное и т.д. [6, с. 27].

Исходя из анализа теоретических и прикладных исследований, под инженерным мышлением авторы статьи понимают особый вид мышления, который формируется и проявляется при решении инженерных задач. Оно позволяет быстро, точно и оригинально решать поставленные задачи, направленные на удовлетворение технических потребностей в знаниях, способах и приемах для создания технических средств, и задачи организации технологий [7].

Основными принципами формирования и развития инженерного мышления являются [1]:

- 1) преобразующая направленность;
- 2) последовательность;
- 3) научно-теоретическая база;
- 4) критика мышления;
- 5) конструктивность;

- б) креативность;
- 7) адаптивность.

При разработке занятий по робототехнике необходимо учитывать материальную базу. На сегодняшний день для проведения занятий по робототехнике используются различные наборы по робототехнике, к примеру наборы в линейке Lego Education: WeDo, WeDo 2.0, Mindstorms NXT, Mindstorms EV3, BricQ, Spike Prime и т.д. [8, 9]. Робототехнические наборы можно найти и отечественного производства, такие как «КЛИК», Matatalab, Makeblock, R:ED, Formula R2-D2 и т.д. LEGO Education WeDo 2 считается одной из самых популярных обучающих конструкций. Нередко вместе с оборудованием в наборе идут обучающие инструкции, примерные планы уроков для учителей и несколько готовых заданий.

Робототехнический образовательный набор «КЛИК» предназначен для изучения электроники робототехнических систем, а также для создания конструкций мобильных программируемых автономных роботов. Входящие в состав набора контроллеры позволяют изучать программирование на языках C, Python и в среде Scratch. В данный набор включены два вида контроллеров, такие как Arduino UNO и CyperPi. Набор укомплектован ультразвуковым датчиком расстояния, двойным датчиком линии, датчиком цвета, касания, Bluetooth и IR модулями, пультом дистанционного управления по IR, DC мотором, сервопроводом, блоком управления и CyperPi контроллером, а также включает 386 деталей для построения автономного робота.

В данном наборе есть три режима управления роботами: с помощью IR модуля, с помощью Bluetooth модуля и USB-кабеля. При использовании IR модуля движения робота можно задать пультом дистанционного управления, при применении Bluetooth модуля программа пишется с помощью какой-либо системы программирования и передается через Bluetooth. При использовании передачи через USB-кабель программа также пишется на системе программирования.

КЛИК имеет три предустановленных режима работы.

1. Режим дистанционного управления по IR. Для осуществления данного режима необходимо установить IR модуль на роботе. В данном режиме робот совершает движение под управлением IR пульта.

2. Режим поиска и объезда осуществляется с помощью датчика расстояния. В данном режиме робот совершает движение в пространстве и избегает препятствий. Процесс работы КЛИК автономен.

3. Режим «движение по линии» осуществляется с помощью датчика линии. В этом режиме робот совершает движение в пространстве строго по линии.

Запрограммировать данных роботов можно с помощью разных систем программирования. Разработчики рекомендуют использовать такие системы, как mBlock5 и Arduino IDE. Если mBlock5 – это графический язык программирования, похожий на scratch, то Arduino IDE является высокоуровневым языком программирования. Данный набор рекомендуется для детей старше 7 лет.

Образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков Formula R2-D2 предназначен для изучения основ робототехники, деталей, узлов и механизмов, необходимых для создания робототехнических устройств. Конструктор позволяет создавать и программировать собираемые модели, рабочие модели мобильных и стационарных робототехнических устройств с автоматизированным управлением, в том числе на колесном и гусеничном ходу, а также конструкции, основанные на использовании различных видов передач и рычагов.

На сайте производителя перечислены основные возможности данного робототехнического набора, к которым можно отнести:

- изучение технологий интернета вещей и основ искусственного интеллекта с помощью встроенных беспроводных сетевых решений (Wi-Fi и Bluetooth) и возможности интеграции с бесплатным облачным ПО;
- объединение нескольких роботов, собранных из подобных наборов, в группы с сетевым взаимодействием;
- расширение дополнительными компонентами (не входящими в стандартную комплектацию), позволяющими изучать техническое зрение и промышленную робототехнику [10].

Для программирования рассмотренных выше робототехнических наборов можно использовать блочное программирование в среде mBlock. Для написания программы на данном языке программирования используется система программирования MBlock, написанная на основе среды разработки графического программирования Scratch. Она позволяет пользователям считывать значения датчиков, контролировать вывод главных модулей, а также быстро начать программирование робота [11, с. 7].

Для организации обучения по робототехнике в школе уже разработано большое количество разнообразных программ [11]. Эти программы направлены на то, чтобы познакомить учащихся с основами робототехники, программирования и инженерного дела с ранних лет. Для учащихся, только начинающих осваивать робототехнику, содержание данных программ будет достаточно сложным. Поэтому совместно с сообществом учителей информатики Сабинского района было принято следующее решение: подобрать готовую рабочую программу [12] и адаптировать ее для учащихся 8-х и 9-х классов МБОУ

«Кильдебяжская средняя общеобразовательная школа» Сабинского муниципального района РТ с начальным уровнем подготовки. Кроме того, многие из уже готовых программ рассчитаны на использование наборов робототехники торговой марки «LEGO» и «MBlock». В школе, где проводился эксперимент, в наличии имелись наборы робототехники «КЛИК» и «Formula R2-D2» (Arduino), что также было учтено при разработке содержания программы.

Цель программы кружка «Робототехника» состоит в формировании и развитии инженерного мышления у обучающихся 8–9-х классов.

Задачи программы заключаются в следующем:

- 1) вызвать и развить интерес к робототехнике;
- 2) познакомить с конструкцией робототехнических устройств;
- 3) научить приемам сборки и программирования робототехнических устройств;
- 4) сформировать навыки конструирования, начального программирования и управления роботом;
- 5) ознакомиться с правилами безопасной работы с инструментами;
- 6) воспитывать умение работать в коллективе, эффективно распределять обязанности;
- 7) способствовать развитию творческой инициативы и самостоятельности;
- 8) развивать умения излагать мысли в четкой логической последовательности, отстаивать свою точку зрения, анализировать ситуацию и самостоятельно находить ответы на вопросы путем логических рассуждений.

Основные методы и формы работы:

- 1) беседа;
- 2) решение ситуационных задач;
- 3) работа в малых группах;
- 4) анализ приобретенного опыта;
- 5) индивидуальные консультации и т.д.

В разработанную рабочую программу кружка «Робототехника» для 8–9-х классов, рассчитанную на 144 часа, для изучения были включены такие модули, как «Робототехника», «Конструирование», «Программирование», «Тестирование» и «Соревнования роботов». Занятия по робототехнике проводились два раза в неделю по два академических часа с перерывом десять минут. В таблице представлена структура рабочей программы кружка. Обучение начинается со знакомства с робототехникой и функционалом робототехнических наборов, которые используются в процессе обучения. За это время обучающиеся знакомятся с правилами техники безопасности на занятиях, с робототехническими наборами «КЛИК» и «Formula R2-D2» на основе Arduino.

Структура рабочей программы кружка «Робототехника» для 8–9-х классов

№	Название раздела, темы	Количество часов		
		Всего	теория	практика
1.	Вводный урок	1	1	0
2.	Конструирование робота	70	10	60
3.	Программирование робота	45	10	35
4.	Тестирование и отладка робота	18	5	13
5.	Соревнование роботов	10	0	10
	Итого:	144	26	118

На изучение второго модуля отведено 70 часов. За это время обучающиеся изучали такие темы, как «Конструируем сложного робота. Программирование», «Программирование и отладка сложного робота», «Собираем гусеничного робота по инструкции», «Конструируем гусеничного робота», «Конструируем гусеничного бота. Программирование» и др.

На программирование роботов выделено 45 часов, из них 10 часов теории и 35 часов практики. Так как в данной школе курсов по робототехнике не было и изучение программирования учащимися на уроке информатики еще только начиналось, было принято решение писать код программы в среде программирования mBlock. Были изучены такие темы, как среда mBlock, основные элементы данной среды программирования, циклы и ветвление с помощью блочного программирования, пульт дистанционного управления.

На тестирование и отладку роботов выделено 18 часов, из них 5 часов на теорию и 13 часов на практику. После сборки и программирования определенных роботов обучающиеся проводили соревнования. После соревнований были проведены самоанализы по улучшению роботов.

Во время проведения практических занятий учащиеся делились на команды и собирали робота с помощью схемы сборки. В конце занятия школьники проверяли работоспособность своих роботов и сравнивали свои работы. Например, тема «Свободный урок. Сбор готовой модели на выбор» включает в себя 4 занятия. Во время теоретического занятия обучающиеся решали кроссворд, выбирали робота для дальнейшей сборки по схеме, устроили мозговой штурм о том, как можно улучшить предложенную конструкцию робота. Далее на практических занятиях ребята собирали своих роботов, совершенствовали конструкцию, писали код программы и выполняли его отладку, презентовали своих роботов перед остальными группами, выявляли плюсы и минусы данной сборки. Обучающиеся проводили самоанализ и взаимопроверку для выявления неполадок в работе робота и программы, оценивали результаты работы друг друга. При выполнении задания необходимо было

оценивать точность работы робота, скорость выполнения, правильность построения конструкции.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Апробация программы проходила в течение 2023/2024 учебного года. В экспериментальном исследовании принимали участие 21 обучающийся МБОУ «Кильдебяжская СОШ» Сабинского муниципального района Республики Татарстан. В 8-м классе обучаются 6 учеников, в 9-м классе – 15 учеников (11 юношей и 10 девушек).

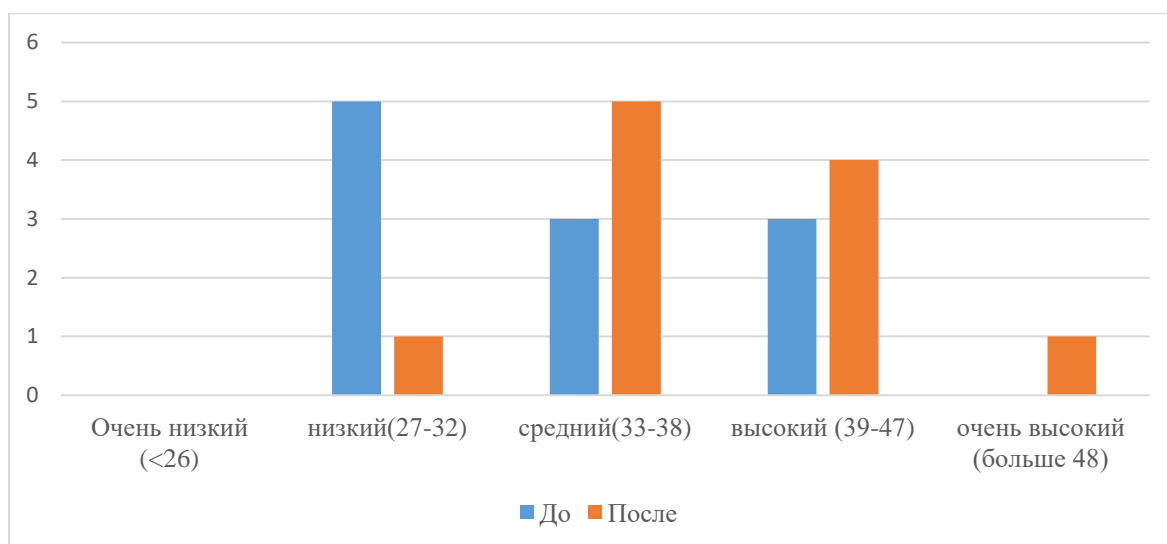
До начала посещения кружка по робототехнике каждый из учащихся прошел тест механической понятливости Беннета. Тест Беннета позволяет оценить уровень сформированности инженерного мышления, умение читать чертежи, производить разбор технических устройств и решать физико-технические задачи у детей от 12 до 18 лет, но может применяться и для диагностирования взрослых. На выполнение теста отводится 25 минут. Существуют различные модификации теста, которые могут включать в себя от 60 до 70 задач. После проведения теста производится его проверка и оценка уровня сформированности инженерного мышления.

Результаты данного теста оценивались отдельно для юношей и девушек. Важно отметить, что у юношей чаще всего техническое мышление развито сильнее, нежели у девушек. Было выделено пять уровней сформированности инженерного мышления:

- 1) очень низкий (для юношей меньше 26 баллов, для девушек меньше 17 баллов);
- 2) низкий (для юношей от 27 до 32, для девушек от 18 до 22);
- 3) средний (для юношей от 33 до 38 и для девушек от 23 до 27);
- 4) высокий (для юношей от 39 до 47, для девушек от 28 до 34);
- 5) очень высокий (для юношей больше 48 правильных ответов, для девушек больше 35).

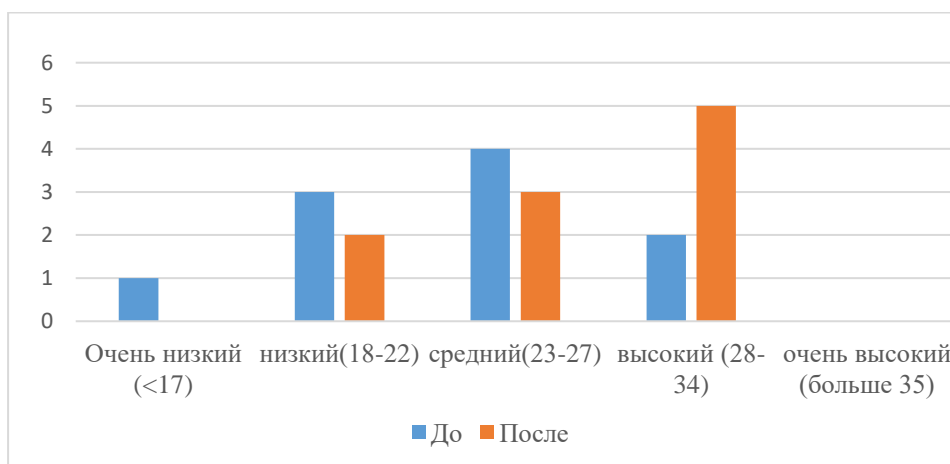
Данный тест обучающиеся прошли до начала обучения и после его завершения. На выполнение теста дается 25 минут. На рисунках 1 и 2 представлено распределение результатов прохождения теста Беннета у юношей и девушек до и после проведения эксперимента.





*Рис. 1. Результаты сформированности инженерного мышления у юношей до и после эксперимента*

Можно сделать вывод о том, что до начала обучения у пяти учеников были низкий уровень сформированности инженерного мышления, средний уровень был у трех обучающихся и высокий уровень – у трех учеников. После занятий в кружке по робототехнике и обучения в течение года показатели у обучающихся изменились. Низкий уровень владения инженерным мышлением показал только один ученик, уровень повысился до среднего у 5 учеников, высокими показателями обладают 4 ученика, и у одного ученика уровень прохождения теста Беннета стал очень высоким.



*Рис. 2. Результаты сформированности инженерного мышления у девушек до и после эксперимента*

На графике распределения результатов теста Беннета у девушек можно выделить следующие изменения: до введения кружка очень низкими показателями обладала 1 ученица, низкие показатели были у 3 обучающихся, средние были у 4 девушек, высокие показатели были у 2 обучающихся. После прохождения второго теста результаты изменились следующим

образом: обучающихся с очень низкими показателями не осталось, низкие показатели сократились, средние показатели у троих, высокими показателями обладают 5 девушек.

Проанализировав данные графики, можно прийти к выводу о том, что инженерное мышление у обучающихся улучшилось. Для оценки достоверности сдвига под влиянием экспериментальных воздействий в значениях исследуемого признака был выбран Т-критерий Вилкоксона. Критерий применяется для сопоставления показателей, измеренных в двух равных условиях на одной и той же выборке испытуемых. Изучив таблицу с экспериментальными данными, можно сделать следующий вывод: для данного эксперимента типичным направлением является развитие инженерного мышления, тогда как изменение результатов теста в отрицательную сторону будет нетипичным направлением.

Получили, что  $T_{эмп} = 4,5$ . По таблице критических значений Т-критерия Вилкоксона было определено критическое значение  $T_{кр}$  для  $n=21$ . Поскольку типичный сдвиг – положительный, то дополнительный, «нетипичный» сдвиг будет отрицательным, и на уровне значимости в 5% сумма рангов таких сдвигов не должна превышать числа 67, а при уровне значимости в 1% не должна превышать числа 49. Следовательно, можно сказать, что зафиксированные в эксперименте изменения не случайны и значимы на уровне 1%. Таким образом, апробация разработанной программы по организации внеурочной деятельности по робототехнике в основной школе способствует развитию инженерного мышления.

### **Выводы**

Популяризация робототехники в современной системе образования является важным шагом в решении проблемы нехватки квалифицированных инженерных кадров. Она позволяет учащимся развивать не только технические навыки, но и критическое мышление, логическое мышление и командную работу. Кроме того, робототехника способствует формированию осознанного выбора профессии и подготовке нового поколения инженеров. Сегодня необходимо активно внедрять робототехнику в учебный процесс и создавать условия для ее развития. Это позволит обеспечить результативность образовательного процесса, будет способствовать повышению уровня инженерного мышления.

Кроме того, результаты проведенного исследования были представлены на конкурсе «Открытый конкурс научных работ “Лобачевский – 2023”», а также обсуждались на семинарах и конференциях муниципального, республиканского, всероссийского и международного уровней, что свидетельствует о том, что в школе накоплен определенный опыт в области робототехники и ведется работа по ее развитию.

Образовательная робототехника – это новое направление обучения учащихся МБОУ «Жильдебяжская СОШ». На сегодняшний день рабочая программа доступна только для обучающихся 8-го и 9-го классов. В дальнейшем планируется выстроить непрерывную

систему подготовки учащихся в области робототехники с начальных классов. Для этого планируется разработать программы для различных ступеней образования: начальная школа, 5–7-е классы и 8–10-е классы.

### Список литературы

1. Илькевич Б.В., Ярославцева А.В. Образовательная робототехника как средство развития творческого инженерно-технического мышления школьника // Вестник ГГУ. 2021. № 1. С. 64-75.
2. Зуев П.В., Кощеева Е.С. Развитие инженерного мышления учащихся в процессе обучения // Педагогическое образование в России. 2016. № 6. С. 44-49.
3. Фаритов А.Т. Формирование инженерной компетенции учащихся общеобразовательных учреждений как педагогическая проблема. Современное образование. 2019. № 4. С. 64-77.
4. Филатова О.Н., Рябков О.Ю., Ермолаева Е.Л. Формирование инженерного мышления у обучающихся на занятиях образовательной робототехники // Проблемы современного педагогического образования. 2020. № 68-4. С. 245-247.
5. Шиповская С.В. Развитие инженерного мышления на занятиях робототехникой у учащихся средней школы в аспекте одаренности у детей // Педагогика и психология: методика и проблемы практического применения. 2016. С. 95-99.
6. Сазонова З.С., Чечеткина Н.В. Развитие инженерного мышления – основа повышения качества образования: Учебное пособие / МАДИ (ГТУ). М.: 2007. 195 с.
7. Мустафина Д.А., Рахманкулова Г.А., Ребро И.В. Критерии и сущность инженерного мышления // NovaInfo. 2016. № 43. С. 287-294.
8. Рязанова З.Б., Сорокин С.С., Солин С.В. Применение образовательной робототехники в обучении детей с раннего возраста // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=29799> (дата обращения: 14.07.2024).
9. The Effect of Lego Wedo 20 Education on Academic Achievement and Attitudes and Computational Thinking Skills of Learners toward Science // World Journal of Education. 2020. Vol. 10 (4). P. 83-93. DOI: 10.5430/wje.v10n4p83.
10. Образовательный конструктор для практики блочного программирования с комплектом датчиков. [Электронный ресурс]. URL: <https://educube.ru/products/obrazovatelnyy-konstruktor-dlya-praktiki-blochnogo-programmirovaniya-s-komplektom-datchikov/> (дата обращения: 25.07.2024).

11. Винницкий Ю.А., Поляков К.Ю. Конструируем роботов на ScratchDuino. Первые шаги. М.: Лаборатория знаний, 2020. 119 с.
12. Желудкина О.В. Рабочая программа по внеурочной деятельности – кружка «Робототехника». 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://infourok.ru/rabochaya-programma-po-vneurochnoj-deyatelnosti-kruzhka-robototehnika-4423986.html> (дата обращения: 25.07.2024).