

С.М. Серікова^{1*}, Е.Ж. Смагулов²

^{1,2} Жетысуский университет им. И.Жансугурова, Республика Казахстан, г. Талдыкорган
*e-mail: lastbelial@mail.ru

ВЛИЯНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СОРЕВНОВАНИЙ НА РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ НАВЫКОВ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Аннотация

Актуальной проблемой в образовательной среде является развитие математических и исследовательских навыков обучающихся в современном «математизированном мире». В статье предложено использовать практический опыт в робототехнических конкурсах для формирования данных умений. В качестве метода исследования применялся опрос среди участников чемпионата “Robotek Grand Tournament 2023” Жетысуской области, которые позволили учащимся эффективно организовывать исследовательскую работу как с заданиями повышенного уровня, так и с олимпиадными задачами. Данная статья представляет анализ влияния робототехнических соревнований на процесс развития математических и исследовательских навыков у обучающихся средних классов. На основе собранных данных был сделан вывод, что участие в робототехнических соревнованиях оказывает положительное влияние на развитие математических навыков у обучающихся и стимулирует формирование исследовательской активности. Полученные результаты подчеркивают важность участия обучающихся средних классов в соревнованиях по робототехнике с целью обеспечения разностороннего и глубокого развития учащихся и подготовке нового поколения профессионалов в области робототехники и научных исследований.

Ключевые слова: математические навыки, исследовательские навыки, робототехника, STEM, олимпиадные задачи, вычислительное мышление.

С.М. Серікова¹, Е.Ж. Смагулов²

^{1,2} І. Жансүгіров атындағы Жетісу университеті, Қазақстан Республикасы, Талдықорған қ.

БІЛІМ АЛУШЫЛАРДЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ ДАҒДЫЛАРЫН ДАМУҒА РОБОТОТЕХНИКА ЖАРЫСТАРЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа

Қазіргі "математикалық әлем" білім беру ортасындағы өзекті мәселелердің бірі – білім алушылардың математикалық және зерттеу дағдыларын дамыту болып табылады. Мақалада осы дағдыларды қалыптастыру үшін робототехникалық конкурстарда практикалық тәжірибені қолдану ұсынылады. Зерттеу әдісі ретінде Жетісу облысының "Robotek Grand Tournament 2023" чемпионатына қатысушылар арасында сауалнама қолданылды, бұл оқушыларға жоғары деңгейдегі тапсырмалармен де, олимпиадалық тапсырмалармен де зерттеу жұмыстарын тиімді ұйымдастыруға мүмкіндік берді. Мақалада орта сынып білім алушыларының математикалық және зерттеу дағдыларын дамытуда робототехникалық жарыстардың әсерін талдау нәтижелері ұсынылады. Жиналған мәліметтер негізінде робототехникалық жарыстарға қатысу білім алушылардың математикалық дағдыларын дамытуға оң әсер етеді және зерттеу белсенділігінің қалыптасуын ынталандырады деген қорытынды жасалды. Алынған нәтижелер оқушылардың жан-жақты және терең дамуын қамтамасыз ету және робототехника, ғылыми зерттеулер саласындағы мамандардың жаңа буынын даярлау мақсатында робототехника бойынша жарыстарға орта сынып оқушыларының қатысуының маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: математикалық дағдылар, зерттеу дағдылары, робототехника, STEM, олимпиадалық есептер, есептеуіш ойлау.

S.M. Serikova¹, Y.Zh. Smagulov

^{1,2}Zhetysu University named after I. Zhansugurov, Kazakhstan, Taldykorgan

INFLUENCE OF ROBOTICS COMPETITIONS ON THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL AND RESEARCH SKILLS OF STUDENTS

Abstract

The actual problem in the educational environment is the development of mathematical and research skills of students in the modern "mathematized world". The article proposes to use practical experience in robotics competitions for the formation of these skills. As a method of research used a survey among the participants of the championship "Robotek Grand Tournament 2023" Zhetysu region, which allowed students to effectively organize research work with both advanced level tasks and Olympiad tasks. This article presents an analysis of the influence of robotics competitions on the process of development of mathematical and research skills of middle school students. Based on the collected data, it was concluded that participation in robotics competitions has a positive impact on the development of students' math skills and stimulates the formation of research activity. The obtained results emphasize the importance of participation of middle school students in robotics competitions in order to ensure the versatile and profound development of students and to prepare a new generation of professionals in the field of robotics and scientific research.

Keywords: math skills, research skills, robotics, STEM, olympiad tasks, computational thinking.

Введение

В 21-ом веке важными и актуальными являются новые компетенции, навыки и умения которыми должен обладать каждый человек. Дэвис в своем исследовании писал: «Если сравнивать со средневековым и античным временем, сегодняшний мир характеризуется как научный, технологичный, рациональный и математизированный» [1]. И вправду «математизированный мир», в котором мы все живем, всё чаще меняется и является динамичным. Для подготовки к жизни в этом мире необходимо готовить обучающихся на всех уровнях образования уметь мыслить критически, формировать математические, исследовательские навыки и вычислительное мышление.

Актуальными вопросами современного образования являются результативное участие в олимпиадах и формирование исследовательских умений. Это обуславливается государственным образовательным стандартом образования (ГОСО), где прописано, что обучающийся должен овладеть несколькими видами деятельности, одним из которых является учебно-исследовательская деятельность. Использование олимпиадных задач для формирования исследовательской деятельности школьников является эффективным средством формирования специальных математических исследовательских умений [2].

Для овладения математическими исследовательскими навыками необходимо сначала выяснить, что подходит под данные определения. П.В. Середенко дал определение исследовательским навыкам: «исследовательские умения и навыки – это возможность и ее реализация выполнения совокупности операций по осуществлению интеллектуальных и эмпирических действий, составляющих исследовательскую деятельность и приводящих к новому знанию» [3]. Формирование математических исследовательских умений невозможно, если не сформированы общие исследовательские умения. К ним относятся следующие: выявить проблему; выдвинуть гипотезу; давать определения понятиям; классифицировать; наблюдать; проводить эксперименты; делать выводы и защитить свои идеи.

Овладение на высоком уровне общих исследовательских умений позволит учащимся эффективно организовывать работу как с заданиями повышенного уровня, так и с олимпиадными задачами. Это связано с алгоритмом решения задачи:

- 1) получение задачи;
- 2) постановка исследовательской задачи;
- 3) подбор рационального и эффективного метода решения;
- 4) составление плана реализации,
- 5) решение, получение ответа и анализ.

К математическим и исследовательским умениям относятся все вышеперечисленные умения в математическом контексте. Для формирования этих умений предлагается решение в виде участия в олимпиадах в новой развивающейся отрасли – робототехнике, которая объединяет математические и исследовательские навыки.

Робототехника – дисциплина, объединяющая в себе знания по физике, информатике, программированию, электронике, механике, математике и другим областям знаний. Олимпиадные задачи по робототехнике – это задачи повышенной сложности, отличающиеся от стандартных задач, изучаемых в школе. Часто для решения олимпиадных задач требуются дополнительные знания, навыки и нестандартный подход. Олимпиадная задача по робототехнике или соревновательная робототехника – одна из самых сложных и интересных направлений робототехники [4].

Математические и исследовательские навыки необходимы для успеха в областях STEM (science, technology, engineering, math). Эти навыки включают решение проблем, критическое мышление, вычислительное мышление, анализ данных и способность эффективно получать результаты. Соревнования по робототехнике предоставляют учащимся возможность развить эти навыки в совместной и соревновательной среде.

Вычислительное мышление (computational thinking) является одним из необходимых навыков сегодняшнего дня. Жаннета Винг, которая впервые представила статью «Вычислительное мышление» (конференция *Communications of the ACM* в 2006), считала, что данный вид мышления станет неотъемлемой частью образования. В настоящее время вычислительное мышление определяется как набор когнитивных навыков и способов решения проблем, в которое входит: абстрагирование, декомпозиция или умение разбивать задачи на подзадачи, алгоритмическое мышление и т.п. Данные навыки пользуются спросом не только в компьютерных науках, но также и в журналистике, искусстве, биологии, инженерии, математике и многих других [5].

К олимпиадам по робототехнике на международном уровне относятся WRO (World Robotics Olympiad), FLL (First Lego League) и т.д. Всемирная олимпиада роботов или WRO (<https://wro-association.org>) – это международные состязания роботов для обучающихся в возрасте от 10 до 21 лет. Пёнер и др. [6] в своем исследовании «Влияние участия школьников в учебных соревнованиях по робототехнике на их выбор профессии в области науки, техники, инженерии и математики (STEM)», в рамках Всемирной робототехнической олимпиады, провели анкетирование участников этих соревнований и выяснили, как соревнования положительно повлияли на их выбор профессии в области STEM. FLL(<https://www.firstlegoleague.org>) знакомит детей в возрасте 4-16 лет с наукой, технологией, инженерией и математикой (STEM).

К республиканским олимпиадам относятся: KazRobotics(<http://www.kazrobotics.org>), Robotek, Roboland и другие. Сначала проводятся городские соревнования, путем отбора следуют областные, и последние – на уровне республики среди учеников школ, колледжей, университетов. В KazRobotics участники делятся на две категории: младшую (10-13 лет) и старшую (14-17 лет). Если в международных соревнованиях отдается предпочтение оглашению и решению задач на самом конкурсе, то в наших соревнованиях задачи открытые, и участники приходят уже с готовым решением.

Есть два вида конкурсов по робототехнике, это спортивные соревнования и проектные. В проектных конкурсах дети предоставляют свои идеи и решения определенной проблемы посредством создания макета, выступлений, показания решений. А в спортивных соревнованиях проводятся состязательные турниры, где каждая команда конструирует и программирует своего робота.

В начале 2023 года проводилось городское соревнование «Robotek Grand Tournament» в городе Талдыкорган. В данном контексте, было решено провести исследование среди участников указанного соревнования, воспользовавшись предоставившейся возможностью. На основе вышеупомянутого, была поставлена следующая цель: изучение влияния

робототехнических соревнований на развитие математических и исследовательских навыков у обучающихся. Эта цель направлена на обеспечение подготовки учащихся к успешной адаптации в современном обществе, где умение решать сложные задачи и проводить исследования является ключевой компетенцией.

Материалы и методы

Для достижения целей исследования были сформулированы следующие этапы исследования: выявление проблемы, подготовка материалы к проведению исследования, проведение опроса, анализ и систематизация данных и заключение. На этапе нахождения проблемы проводился анализ и определение конкретной проблемы посредством тестирования среди обучающихся кружков по робототехнике в городе Талдыкорган. Исследовательские навыки обучающихся выявлялись с помощью тестирования Туник [7], которая дает возможность определить дефицит и пробелы знаний в объединении разноплановой информации; выявлении проблемы и нахождении решения, выдвижении предположения и гипотезы о возможности решений; проверке, опровержении, видоизменении и перепроверке этих гипотез и а также в умении делать выводы.

Для определения уровня математических навыков использовались данные Национального центра тестирования [8] по результатам мониторинга образовательных достижений обучающихся (МОДО) организаций среднего образования. На следующем этапе исследования была разработана методология, в качестве инструмента для сбора данных был выбран метод опроса и разработан детальный план исследования. Так как опросы являются распространенным методом сбора данных в исследованиях в области социальных наук и могут предоставить обширную информацию об отношении, убеждениях, поведении и опыте отдельных лиц или групп. Чианг [9] в своем исследовании «Разработка и валидация анкеты для оценки перспектив Всемирной робототехнической олимпиады (WRO) для участников» проводили опрос среди обучающихся, родителей обучающихся и тренеров для выявления влияния робототехнических соревнований на участников. В данном случае применялись онлайн анкеты на основе Google Forms, где есть возможность получить быструю обратную связь. В опросе принимали участие участники городского чемпионата Robotek Grand Tournament 2023, проводимого в городе Талдыкорган. В опросе для команд, а также для тренеров, участвующих в чемпионате, были составлены следующие вопросы:

1. Какие общие исследовательские навыки развили ученики при подготовке к олимпиаде?

Здесь выдвинуты следующие общие исследовательские навыки такие, как: выявить проблему; выдвинуть гипотезу; давать определения понятиям; классифицировать; наблюдать; проводить эксперименты; делать выводы и защитить свои идеи.

2. Какое влияние оказывают математические навыки при отборе в команду?

3. Какие математические задачи решались при подготовке к чемпионату?

4. Как вы думаете повышает ли участие в робототехнических соревнованиях успеваемость в школе?

На третьем этапе исследования были собраны данные в соответствии с предварительно разработанным планом. После сбора данных они подверглись анализу на этапе «анализ и систематизация данных», включая статистическую обработку и классификацию. Это позволило выявить основные закономерности и взаимосвязи в данных. На заключительном этапе исследования были сформулированы выводы на основе анализа данных. Заключение включило в себя ответы на вопросы, сформулированные на первом этапе, и предоставило рекомендаций в отношении выявленной проблемы.

Результаты и обсуждение

По результатам тестирования Туник для выявления общих исследовательских навыков получены результаты, отображенные на 1-ой таблице.

Интерпретация результатов по Туник [7]:

- высокий уровень - от 50 баллов и выше.
- средний уровень - от 30 до 50 баллов.
- низкий уровень - от 25 до 30 баллов.

Интерпретация результатов представляет собой анализ данных, полученных в рамках исследования, направленного на оценку исследовательских навыков учащихся в возрастной группе от 5 до 8 классов, которые являются участниками кружков по робототехнике в городе Талдыкорган.

Результаты анализа указывают на то, что средний балл, полученный участниками данного исследования, составил 23.2 балла. Этот показатель оказался ниже порогового уровня. Пороговый уровень, в данном случае, представляет собой минимальный уровень компетенции, который обычно ожидается от обучающихся средних классов.

Таблица 1. Результаты тестирования по Туник, средний балл по категориям

Категории по Туник	5 класс	6 класс	7 класс	8 класс
анализ информации	25,2	24,7	22,8	34,6
выявление проблемы и нахождение решения	22,7	20,7	27,8	29,9
выдвижение гипотезы	19,8	24,7	19,9	23,5
доказательство гипотезы	16,0	20,9	17,9	23,9
умение делать выводы	17,8	19,8	23,3	28,9
Среднее значение	20,3	22,2	22,3	28,2

На рисунке 1 указаны результаты проведения МОДО [8] среди средних классов в разрезе областей Казахстана. Основываясь на ниже приведенных данных, можно сделать вывод, что в Алматинской области (нынешние Жетысуская и Алматинская области) уровень математической грамотности ниже среднего.



Рисунок 1. Результаты МОДО-2022 по математической грамотности в разрезе регионов, балл

Следует отметить, что результаты данного исследования указывают на неудовлетворительный уровень исследовательских и математических навыков участников кружков по робототехнике по Жетысуской области. Это может быть вызвано различными факторами, такими как недостаточная методическая поддержка, недостаточное количество времени, отведенного на занятия и исследовательскую работу, а также возможными проблемами с мотивацией учащихся. В рамках данной статьи предлагается использовать подготовку к олимпиадам по робототехнике в качестве эффективного метода развития как математических, так и исследовательских навыков учащихся.

В последние годы участие в соревнованиях по робототехнике становится все более популярным: обучающиеся собираются вместе, чтобы продемонстрировать свои навыки и посоревноваться друг с другом. Хотя основное внимание на этих соревнованиях уделяется техническим аспектам робототехники, таким как программирование и конструирование, растет интерес к потенциальной пользе участия в этих соревнованиях для успеваемости обучающихся, а также формированию исследовательских и математических навыков.

Всего в опросе участвовало 32 человека: из них 11(34,4%) тренеров и 21(65,6%) обучающихся (Рисунок 2). В соотношении к одному тренеру прикреплен команда из одного или двух обучающихся.

Диаграмма статуса участников опроса

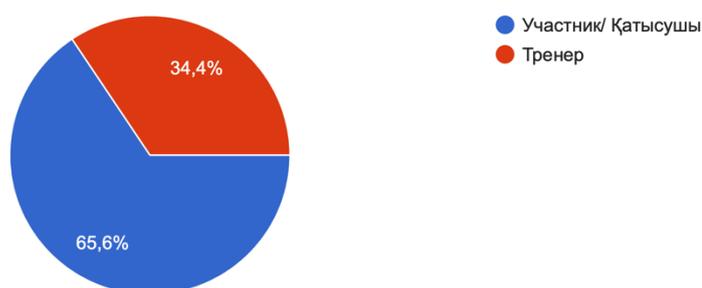


Рисунок 2. Распределение участников по статусу, %

Одной из целей данного исследования было выявить исследовательские навыки, развитые у обучающихся в процессе соревнования по робототехнике и подготовке к ним. По обоюдному мнению, тренеров и обучающихся чаще всего обучающиеся развивают навык «выявить проблему», это 7(19%) и 16(33%) ответов соответственно (Рисунок 3 и Рисунок 4).

В данном случае поиск и устранение неисправностей подразумевает выявление и решение проблем или вопросов, возникающих в процессе исследования или при проектировании и эксплуатации робототехнического оборудования.

Навык "классифицировать" оказался менее развитым, как и по мнению тренеров, так и по мнению обучающихся. Это может свидетельствовать о том, что данное умение не получает достаточного внимания в процессе подготовки к робототехническим соревнованиям.

Остальные навыки, такие как "защищать свои идеи," "делать выводы," "проводить эксперименты," "наблюдать," "давать определения понятиям," и "выдвигать гипотезу," развиваются в разной степени:

- «наблюдать» - 6(17%) тренеров, 5 (10%) обучающихся;
- «давать определения понятиям» - 3(8%) тренеров, 3(6%) обучающихся;
- «выдвинуть гипотезу» - 4(11%) тренеров, 3(6%) обучающихся;
- «проводить эксперименты» - 6(17%) тренеров, 9(19%) обучающихся;
- «защищать свои идеи» - 4(11%) тренеров, 4(8%) обучающихся;
- «делать выводы»- 5 (14%) тренеров, 8(16%) обучающихся.

Результаты анкетирования на выявление исследовательских навыков по мнению тренеров

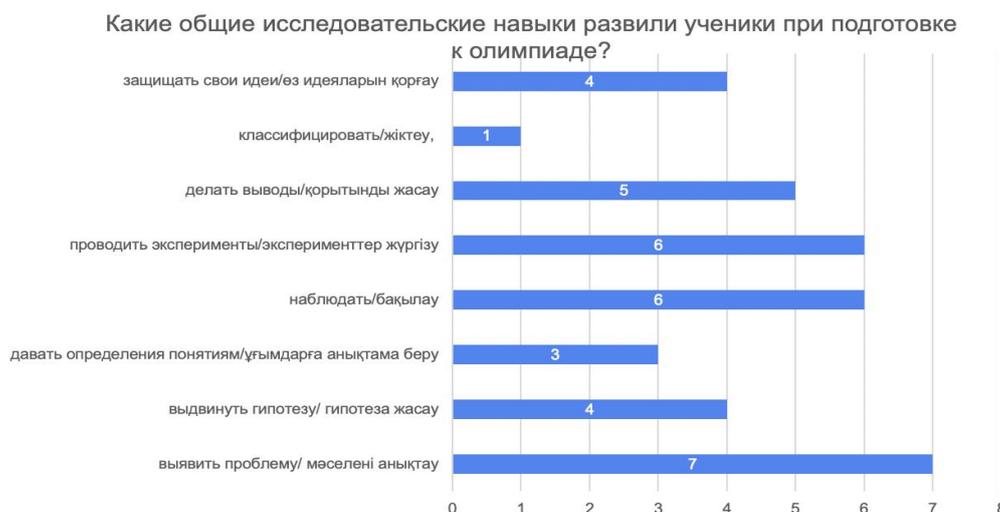


Рисунок 3. Исследовательские навыки участников, тренеры, количество человек

Результаты анкетирования на выявление исследовательских навыков по мнению участников (обучающихся)

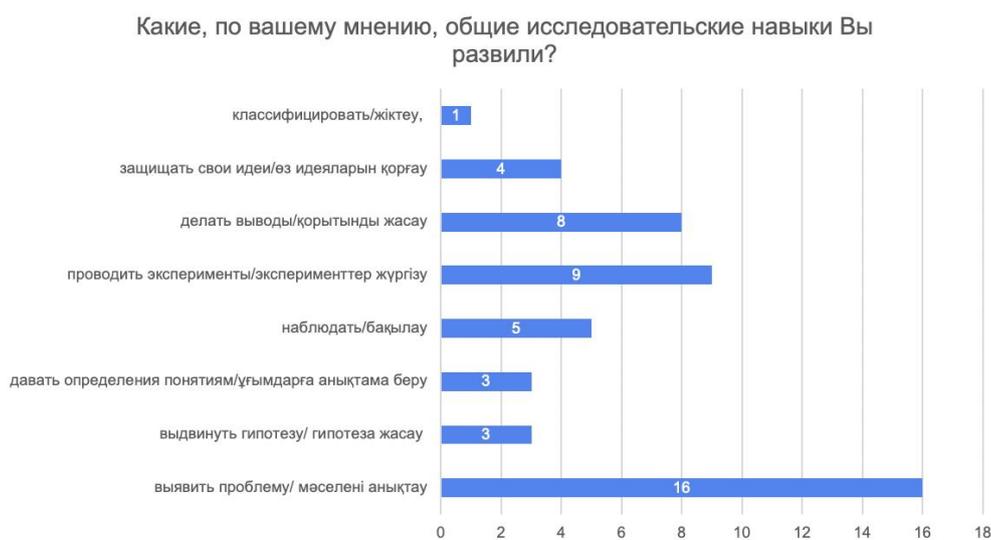


Рисунок 4. Исследовательские навыки участников, участники, количество человек

Результаты исследования свидетельствует о многообразии навыков, развиваемых в процессе участия в робототехнических соревнованиях.

В исследовании Пёнера [10] были сформулированы стратегии для участия в робототехнических соревнованиях, которые включали в себя исследовательскую деятельность: стратегия к определению проблемы и стратегия к решению. В рамках первой стратегии обучающиеся концентрируются на правильном понимании задачи, анализы проблемы, выдвижении гипотез. Тогда как во второй обучающиеся концентрируются на многократной проверке поведения робота, то есть проведении экспериментов, а также получение результатов.

По результатам опросов можно определить, что большинство обучающихся прибегали к первой стратегии, то есть выявлению проблем, и около половины проводили эксперименты, или использовали стратегию к решению. Однако такие исследовательские навыки как: давать

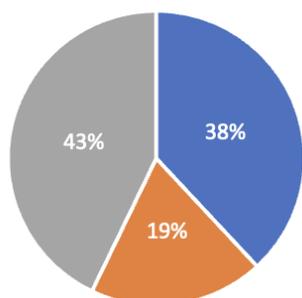
определения понятиям, выдвинуть гипотезу, защищать свои идеи, что в большей степени относится к стратегии к определению проблемы не были достаточно развиты.

Отмечается, что множество респондентов считают, что развитие этих навыков происходит в процессе подготовки, что подчеркивает важность образовательных аспектов в участии в робототехнических соревнованиях.

Исходя из анализа результатов исследования, можно предположить, что робототехнические соревнования могут способствовать развитию разнообразных исследовательских навыков, особенно способности выявлять проблемы и находить пути их решения, что может быть ценным в различных сферах обучения и профессиональной деятельности участников. Однако стоит также обратить внимание на навык классификации, который требует большего внимания и развития в будущем. Эти навыки отражают разнообразный набор исследовательской деятельности и задач, которые учащиеся вместе с тренерами решали в процессе подготовки к олимпиаде по робототехнике.

Результаты на рисунке 5 и 6 свидетельствуют о том, что математические навыки могут играть значительную роль в процессе отбора в команду: почти половина респондентов указала, что они сильно влияют на этот процесс, 63,6% тренеров и 43% обучающихся. Однако значительная часть обучающихся (38%) также указала, что математические навыки оказывают слабое влияние.

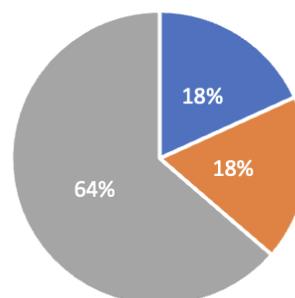
Математические навыки в процессе соревнований - обучающиеся



- Слабо влияют/ Әсері бар, бірақ қатты емес
- Не влияют/Әсер етпейді
- Сильно влияют/Қатты әсер етеді

Рисунок 5. Соотношение развития математических навыков, обучающиеся, %

Математические навыки в процессе соревнований - тренеры



- Слабо влияют/ Әсері бар, бірақ қатты емес
- Не влияют/Әсер етпейді
- Сильно влияют/Қатты әсер етеді

Рисунок 6. Соотношение развития математических навыков, тренеры, %

Одно из возможных объяснений влияния соревнований по робототехнике на математические и исследовательские навыки заключается в том, что они предоставляют учащимся уникальную возможность принять участие в практической деятельности по совместному решению проблем, требующей применения математических концепций. Благодаря этой деятельности обучающиеся могут глубже понять математические принципы и процесс исследования, а также уметь эффективно доносить свои выводы до других.

Выводы

Первоначальное исследование указывает на неудовлетворительный уровень исследовательских и математических навыков обучающихся по Жетысуской области, которое послужило для установки цели данного исследования.

Дальнейшее исследование является попыткой выявить, какие исследовательские навыки развиваются у обучающихся в процессе подготовки к соревнованиям по робототехнике.

Результаты указывают на разнообразие навыков, таких как выявление проблем, классификация информации, защита своих идей и другие.

На основе анализа проведенного опроса были сделаны выводы что, математические навыки также играют значительную роль в процессе выбора участников в команды для участия в соревнованиях. Тем не менее, важно отметить, что для обучающихся, математика может иметь ограниченное влияние на их успех.

По результатам данного исследования можно сделать выводы, что участие в робототехнических соревнованиях действительно оказывают влияние на развитие математических и исследовательских навыков.

Это способствует формированию основ для будущих научных исследований и академического роста, а также способствует подготовке нового поколения профессионалов в области робототехники и научных исследований.

Список использованных источников:

- 1 Davis, J.P. *Applied Mathematics as Social Contract. Math. Mag.* 1988, 61, 139–147.
- 2 Капкаева Л. С. Быстрова А. В. *Олимпиадные задачи по математике как средство формирования исследовательских умений учащихся // Учебный эксперимент в образовании. – 2021. – № 3 (99) – 61-69 с.*
- 3 Середенко П.В. *Развитие исследовательских умений и навыков младших школьников в условиях перехода к образовательным стандартам нового поколения: монография - Южно-Сахалинск: Изд-во СахГУ, 2014. - 208 с.*
- 4 Родин С.Н., *Олимпиадные задачи по робототехнике, как одно из направлений обучения детей соревновательной робототехнике: «X Всероссийская конференция „Современное технологическое обучение: от компьютера к роботу“ (сборник тезисов) — СПб.:, 2021. — 31 с., сс. 16-17.*
- 5 Angeli, C., Valanides, N. *Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy Computers in Human Behavior* 105, 2020. doi: 10.1016/j.chb.2019.03.018
- 6 Pöhner, N., Hennecke, M. *Educating future scientists, engineers, makers and inventors: Influence of students' participation in educational robotics competitions on their career choices in science, technology, engineering and mathematics (STEM), ACM International Conference Proceeding Series, a29, 2019. doi: 10.1145/3364510.3366151*
- 7 Туник Е.Е. *Модифицированные креативные тесты Вильямса. – СПб: Речь, 2003. – 96с.*
- 8 *Аналитический отчет «Комплексный анализ результатов мониторинга образовательных достижений обучающихся организаций среднего образования».*
https://www.gov.kz/uploads/2023/3/1/a681b8560cfb03557da1ef77e14a20e6_original.6561302.pdf [Дата обращения: 10.06.2023]
- 9 Chiang, F.-K., Zhang, Y., Lu, Y. *Development and validation of a questionnaire for assessing perspectives of World Robot Olympiad on participants, Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18, 16, 2023. doi: 10.58459/rptel.2023.18016
- 10 Pöhner, N., Hennecke, M. *Learning problem solving through educational robotics competitions - First results of an exploratory case study, ACM International Conference Proceeding Series, a15, 2018. doi: 10.1145/3265757.3265774*

References:

- 1 Davis, J.P. *Applied Mathematics as Social Contract. Math. Mag.* 1988, 61, 139–147.
- 2 Капкаева Л. С. Быстрова А. В. (2021) *Olimpiadnye zadachi po matematike kak sredstvo formirovaniya issledovatel'skikh umenii uchashihsya [Olympiad tasks in mathematics as a means of forming students' research skills] // Uchebnyi eksperiment v obrazovanii. № 3 (99), 61-69. (In Russian)*
- 3 Seredenko P.V. (2014) *Razvitie issledovatel'skikh umenii i navykov mladshih shkolnikov v usloviyah perehoda k obrazovatel'nyim standartam novogo pokoleniya: monografiya [Development of research skills of junior schoolchildren in the conditions of transition to the educational standards of the new generation: monograph] - Yuzhno-Sahalinsk: Izd-vo SahGU, 208. (In Russian)*

4 Rodin S.N., (2021) *Olimpiadnye zadachi po robototekhnike, kak odno iz napravlenii obucheniya detei sorevnovatelnoi robototekhnike [Olympiad tasks in robotics as one of the directions of teaching children competitive robotics]: «X Vserossiiskaya konferenciya „Sovremennoe tekhnologicheskoe obuchenie: ot kompyutera k robotu“ (sbornik tezisov) SPb.: 31., 16-17. (In Russian)*

5 Angeli, C., Valanides, N. (2020) *Developing young children's computational thinking with educational robotics: An interaction effect between gender and scaffolding strategy Computers in Human Behavior 105, doi: 10.1016/j.chb.2019.03.018*

6 Pöhner, N., Hennecke, M. (2019) *Educating future scientists, engineers, makers and inventors: Influence of students' participation in educational robotics competitions on their career choices in science, technology, engineering and mathematics (STEM), ACM International Conference Proceeding Series, a29, doi: 10.1145/3364510.3366151*

7 Tunik E.E. (2003) *Modificirovannye kreativnye testy Vil'yamsa. [Modified Williams creativity tests][Text] – SPb: Rech', 96. (In Russian)*

8 *Analytical report "Comprehensive analysis of the results of monitoring the educational achievements of students of secondary education organizations".
https://www.gov.kz/uploads/2023/3/1/a681b8560cfb03557da1ef77e14a20e6_original.6561302.pdf/ [Date of access: 10.06.2023] (In Russian)*

9 Chiang, F.-K., Zhang, Y., Lu, Y. (2023) *Development and validation of a questionnaire for assessing perspectives of World Robot Olympiad on participants, Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 18, 16, doi: 10.58459/rptel.2023.18016*

10 Pöhner, N., Hennecke, M. (2018) *Learning problem solving through educational robotics competitions - First results of an exploratory case study, ACM International Conference Proceeding Series, a15, doi: 10.1145/3265757.3265774*