

УДК

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ В ОБРАЗОВАНИИ: НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ УЧЕНИКОВ

***Кабланбекова Б.А.¹, Дүйсенбай Н.Н.²**

^{1, 2} Филиал НАО «Республиканская физико-математическая школа» в г. Астана, Астана, Казахстан

¹ORCID 0009-0009-4029-2494

²ORCID 0009-0002-9913-7834

*(E-mail: bakhtygul.kablanbekova@fizmat.kz¹, nurdaulet.duisenbai@fizmat.kz²)

Аннотация

В статье рассматривается роль образовательной робототехники в трансформации системы среднего образования Республики Казахстан в контексте перехода к технологической экономике. Целью исследования является комплексный анализ влияния международной инженерной программы FIRST Tech Challenge (FTC) на формирование профессиональных компетенций учащихся и определение путей ее интеграции в национальную образовательную среду. Центральным объектом исследования выступает FTC как соревновательная платформа для учащихся 7–11 классов (12–18 лет), эффективно моделирующая полный профессиональный инженерный цикл от проектирования до сборки и программирования роботов. В качестве методологической основы использован системный анализ нормативно-правовой базы (включая государственные инициативы «Цифровой Казахстан» и ГОСО-2022), сравнительный контент-анализ современных педагогических исследований, изучение международного опыта, а также статистический и качественный анализ результатов участия казахстанских команд в турнирах FTC за последние годы. Полученные результаты позволяют охарактеризовать образовательный потенциал FTC и показать, каким образом требования программы связаны с развитием инженерных, командных и коммуникативных навыков. Авторами также выявлены ключевые барьеры на пути масштабирования программы в Казахстане, среди которых — дефицит квалифицированных педагогических кадров, высокая стоимость оборудования и неравномерный доступ к инфраструктуре в регионах. В качестве решения предложены научно обоснованные пути их преодоления, включая разработку специализированных курсов повышения квалификации для учителей и механизмы государственно-частного партнерства для модернизации школьных лабораторий.

Ключевые слова: FIRST Tech Challenge, FTC, робототехника, STEM-образование, инженерное мышление, «Цифровой Казахстан», соревновательная робототехника.

Введение

Глобальная цифровая трансформация кардинально меняет требования к выпускникам школ. Развитие индустрии, широкое распространение искусственного интеллекта и автоматизация производства превращают инженерно-технологические компетенции из специализированной надстройки в базовую грамотность XXI века. Республика Казахстан, стратегически ориентированная на построение инновационной экономики («Казахстан-2050», «Цифровой Казахстан», Национальный план развития до 2025 года), остро нуждается в поколении граждан, способных не только потреблять технологии, но и создавать их [1].

Робототехника в среднем образовании — это мощный инструмент, который трансформирует пассивное обучение в активное, развивая инженерное мышление, навыки программирования и командную работу. Среди многочисленных образовательных платформ особое место занимает FIRST Tech Challenge (FTC) — международный инженерный чемпионат для учащихся 7–11 классов, который выходит далеко за рамки сборки конструктора и моделирует реальную профессиональную инженерную среду [2].

Цель настоящей статьи заключается в оценке образовательного потенциала программы FIRST Tech Challenge (FTC) в развитии инженерных и командных компетенций школьников на основе анализа научной литературы, особенностей образовательной модели FTC и эмпирических результатов участия команд филиала НАО «Республиканская

физико-математическая школа» в г. Астана в соревнованиях сезонов 2024–2025 и 2025–2026 годов.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие исследовательские вопросы:

- Какие инженерные, программные, командные и коммуникативные компетенции предполагает образовательная модель FIRST Tech Challenge?

- Какие объективно фиксируемые результаты участия команд РФМШ в соревнованиях FTC в сезонах 2024–2025 и 2025–2026 годов позволяют характеризовать их техническую, организационную и командную подготовку?

- Наблюдается ли положительная динамика уровня соревновательного участия команд РФМШ в рассматриваемый период с точки зрения уровня соревнований, ролей в альянсах и полученных наград?

- Какие системные барьеры ограничивают возможность масштабирования образовательной модели FTC в системе среднего образования Казахстана?

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи исследования:

- Проанализировать научные публикации, посвященные образовательной робототехнике, STEM-образованию и инженерным соревнованиям FIRST.

- Охарактеризовать образовательную модель FIRST Tech Challenge и определить компетенции, формирование которых она потенциально поддерживает.

- Систематизировать результаты участия команд Fizmat Robotics и Foxslide в соревнованиях FTC сезонов 2024–2025 и 2025–2026 годов.

- Сравнить результаты участия команд по уровням соревнований, видам наград и ролям в альянсах.

- Определить, какие характеристики результатов соревнований могут рассматриваться как эмпирические индикаторы инженерной и командной подготовки, а какие не позволяют делать причинные выводы.

- Выявить основные организационные и инфраструктурные барьеры для расширения практики FTC в Казахстане.

- Сформулировать рекомендации по развитию соревновательной робототехники в образовательной среде Казахстана.

Проверяемые гипотезы

Гипотезы о наблюдаемых характеристиках участия:

1. Более продолжительное участие команды в программе FTC связано с расширением уровня и разнообразия её соревновательных результатов: от участия в локальных квалификационных соревнованиях к региональному, национальному и международному уровням.

2. Результаты команд в номинациях Control Award, Inspire Award, Innovate Award, а также получение ролей Captain и Pick в финальных альянсах свидетельствуют о комплексном характере требований FTC, включающих технические, инженерно-проектные и командные компоненты.

3. Данные двух сезонов позволяют выявить положительную динамику соревновательной результативности команд РФМШ, но сами по себе не позволяют доказать причинное влияние участия в FTC на развитие профессиональных компетенций отдельных учащихся.

Обзор исследований по образовательной робототехнике

Вопросы интеграции образовательной робототехники в школьное STEM-образование активно изучаются в современной педагогической науке. Исследования последних лет показывают, что робототехника рассматривается не только как средство освоения программирования и конструирования, но и как инструмент организации проектной, проблемно-ориентированной и междисциплинарной образовательной деятельности.

Систематический обзор Darmawansah, Hwang, Chen и Liang (2023), включивший 39 научных публикаций, посвященных применению робототехники в STEM-образовании и опубликованных в период с 2012 по 2023 год, показал, что основная часть рассмотренных исследований была проведена в контексте образования K–12. Авторы отмечают, что наиболее распространенными направлениями исследований являлись развитие STEM-знаний и универсальных навыков учащихся, при этом проектно-ориентированное обучение (Project-Based Learning, PBL) выступало одной из наиболее часто применяемых педагогических стратегий. Авторы также отмечают преобладание исследований, посвящённых восприятию робототехники учащимися и учителями, а программирование выступает наиболее распространённой дисциплинарной областью применения робототехнических средств [3].

Значимость образовательной робототехники для развития STEM-результатов подтверждается и результатами мета-аналитических исследований. Ouyang и Xu (2024) провели многоуровневый мета-анализ 21 исследования, включавшего 30 показателей эффекта и 2433 участника. Полученный общий эффект применения образовательной робототехники в STEM-образовании составил Hedges' $g=0,488$, что соответствует умеренному положительному эффекту по сравнению с обучением без использования робототехники. Отдельно был выявлен умеренный положительный эффект в отношении учебных результатов ($g=0,665$) и учебных установок учащихся ($g=0,497$). При этом статистически значимого улучшения вычислительного мышления в рассмотренных исследованиях обнаружено не было. Авторы также показали, что результативность робототехнического обучения зависит от контекстных факторов, включая дисциплину, педагогическую стратегию и особенности организации образовательного процесса [4].

Дополнительные данные представлены в систематическом обзоре и мета-анализе Trapero-González и соавторов (2024), посвященном развитию STEM-компетенций посредством образовательной робототехники в начальном образовании. Авторы проанализировали 13 исследований в рамках систематического обзора и 8 исследований в мета-анализе и пришли к выводу о наличии умеренного положительного эффекта робототехнического обучения на развитие STEM-компетенций. Вместе с тем исследователи подчеркивают необходимость дальнейшей разработки педагогических моделей, позволяющих системно интегрировать робототехнические средства в образовательный процесс [5].

Отдельное направление исследований связано с развитием навыков XXI века. Систематический обзор Arafat и соавторов (2024), включивший 30 исследований, посвящённых интеграции STEM и образовательной робототехники, показал, что робототехнические образовательные практики рассматриваются как средство развития не только предметных STEM-компетенций, но и навыков XXI века. В частности, исследователи выделяют значение интегрированного STEM-подхода, проектной деятельности и активного участия учащихся в создании технологических продуктов [6].

Одним из наиболее ранних и широко цитируемых исследований является систематический обзор F. Benitti, в котором проанализированы результаты внедрения робототехнических технологий в образовательный процесс. Исследование показало положительный потенциал образовательной робототехники в отношении мотивации учащихся, развития навыков решения проблем и освоения STEM-дисциплин [7].

В свою очередь, Karim, Lemaignan и Mondada рассматривают робототехнику как средство трансформации K–12 STEM-образования благодаря интеграции теоретических знаний и практической инженерной деятельности [8]. Такой подход особенно актуален для соревновательных робототехнических программ, в которых учащиеся последовательно проходят этапы постановки задачи, проектирования, прототипирования, программирования, тестирования и совершенствования технического решения.

Отдельное направление исследований связано с использованием робототехнических соревнований как образовательной среды. Обзор исследований, посвященных FIRST LEGO

League, проведенный Graffin, Sheffield и Koul (2022), включил 26 публикаций за период 2004–2022 годов и выделил три устойчивых направления исследований: влияние соревнований на мотивацию и STEM-обучение учащихся, развитие навыков XXI века, а также педагогические и наставнические стратегии, поддерживающие обучение и развитие компетенций [9]. Хотя FIRST LEGO League и FIRST Tech Challenge различаются по возрастным категориям и технической сложности, результаты данного направления исследований позволяют рассматривать экосистему FIRST как перспективный контекст для изучения образовательных результатов соревновательной робототехники.

Важным направлением современных исследований остаётся изучение вычислительного мышления и других когнитивных результатов робототехнического обучения. Систематический обзор Ching и Hsu (2024), включивший 22 эмпирических исследования, посвящённых применению образовательной робототехники для развития computational thinking у учащихся, показывает устойчивый интерес исследователей к использованию робототехнических средств для формирования алгоритмического и вычислительного мышления [10].

Таким образом, современная литература в целом подтверждает значительный образовательный потенциал робототехники в STEM-образовании, однако результаты исследований не следует интерпретировать как универсальное доказательство её положительного воздействия во всех образовательных контекстах. Мета-аналитические данные указывают на умеренные положительные эффекты, но одновременно демонстрируют зависимость результатов от содержания дисциплины, педагогической стратегии, продолжительности вмешательства и других контекстуальных факторов [4].

При этом значительная часть существующих исследований посвящена образовательной робототехнике в целом, тогда как опыт международных инженерных соревнований, и в частности FIRST Tech Challenge, изучен значительно менее подробно. Недостаточно представлены исследования, связывающие конкретные соревновательные результаты команд с комплексом инженерных, программных, организационных и коммуникативных требований программы FTC. В Казахстане данный аспект также остаётся недостаточно изученным. Именно этот исследовательский пробел определяет актуальность настоящего исследования, направленного на анализ образовательного потенциала FTC и опыта участия казахстанских школьных команд в международных соревнованиях.

Методология исследования

Исследование выполнено в рамках смешанного качественно-количественного дизайна с элементами описательного кейс-анализа. Такой подход обусловлен особенностями эмпирической базы: исследование не ставит задачу установить причинно-следственное влияние участия в FTC на развитие компетенций учащихся, поскольку доступные данные не содержат результатов индивидуальной диагностики компетенций, контрольной группы или лонгитюдного отслеживания образовательных траекторий. Основной задачей эмпирического анализа является выявление и систематизация наблюдаемых результатов участия команд в программе FTC и их интерпретация в контексте требований образовательной модели соревнования.

На первом этапе проведен анализ нормативных и программных документов, определяющих направления развития STEM-образования, цифровых и инженерных компетенций в Республике Казахстан. На втором этапе выполнен анализ научной литературы по образовательной робототехнике, STEM-образованию и инженерным соревнованиям. На третьем этапе проведён кейс-анализ опыта команд филиала НАО «Республиканская физико-математическая школа» в г. Астана.

Эмпирическую базу составили официальные результаты участия команд Fizmat Robotics и Foxslide в соревнованиях FTC сезонов 2024–2025 и 2025–2026 годов, включая Astana Qualifier FIRST, Burabay FIRST Regional, Kazakhstan Central Asia Championship и FIRST World Championship, а также материалы Engineering Notebook команд.

Количественный анализ носил описательный характер и включал систематизацию количества и типов наград, уровней соревнований и ролей команд в финальных альянсах. Качественный анализ использовался для интерпретации содержания наград и сопоставления их с компетенциями, которые требуются в рамках FTC: программированием, инженерным проектированием, ведением документации, командной работой и публичной коммуникацией.

Для анализа динамики использовалось межсезонное сравнение результатов участия команды Fizmat Robotics, принимавшей участие в обоих рассматриваемых сезонах, а также анализ результатов дебютировавшей в сезоне 2025–2026 команды Foxslide. При этом результаты разных команд не рассматриваются как статистически независимые наблюдения, а полученные показатели используются исключительно для описания рассматриваемого кейса.

FIRST Tech Challenge: формат и образовательная концепция

FIRST (For Inspiration and Recognition of Science and Technology) — американская некоммерческая организация, основанная в 1989 году изобретателем Дином Кейменом. Программа FTC, запущенная в 2004 году, сегодня объединяет более 6 000 команд из 40+ стран мира и является одним из наиболее авторитетных международных инженерных соревнований школьного уровня.

Каждый сезон FTC посвящён новой тематической задаче (game challenge). Команды из 2–15 учащихся в течение нескольких месяцев проектируют, собирают и программируют робота, способного автономно и дистанционно-управляемо выполнять задания на специальном игровом поле. Оценивается не только результат на поле, но и качество инженерного журнала, способность к сотрудничеству с соперниками и презентационные навыки команды [7].

Принципиальным отличием FTC от других соревнований является идеология ***Gracious Professionalism*** — «уважительного профессионализма»: команды поощряются за помощь соперникам, обмен знаниями и этичное поведение. Это формирует культуру инженерного сообщества, где коллаборация ценится наравне с технической компетентностью.

Образовательные возможности FTC для учащихся

1. Полный инженерный цикл (Project-Based Learning). Участие в FTC предполагает прохождение всех этапов реального инженерного проекта: анализ задачи → концептуальное проектирование → 3D-моделирование и прототипирование → сборка и испытания → программирование автономного режима → итеративная доработка → публичная защита. Учащиеся на практике применяют физику (кинематика, передаточные числа, сенсорику), математику (алгоритмы, координатная навигация) и информатику, превращая абстрактные знания в работающую машину [8].

2. Программирование и вычислительное мышление. FTC поддерживает несколько уровней программирования — от блочных визуальных сред (Blocks) до полноценного Java-кода в среде Android Studio. Такая «лестница сложности» позволяет команде последовательно углублять навыки: начинающие осваивают структуры управления и переменные на блочном уровне, продвинутые участники пишут алгоритмы компьютерного зрения (OpenCV, TensorFlow Lite) и автономной навигации — задачи, сопоставимые с вузовским курсом робототехники.

3. Развитие гибких навыков (Soft Skills). Помимо технической составляющей, FTC требует от команды ведения детальной инженерной документации, управления командным бюджетом, поиска и привлечения спонсоров, организации PR-кампании и проведения публичных презентаций перед судьями. Эти задачи формируют лидерство, тайм-менеджмент, навыки делового общения и финансовую грамотность — компетенции, выходящие за пределы STEM и востребованные в любой профессиональной сфере.

4. Ранняя и осознанная профориентация. Многомесячная интенсивная работа над реальным инженерным продуктом позволяет школьникам сформировать обоснованный и осознанный выбор профессии задолго до окончания школы. Исследования показывают, что

участники программ FIRST значительно чаще поступают на инженерные и IT-специальности и успешнее адаптируются к вузовской среде. Для Казахстана, испытывающего дефицит инженерных кадров, это имеет прямое стратегическое значение.

5. Доступ к стипендиям и грантам. Экосистема FIRST включает партнёрство с более чем 200 университетами и корпорациями мирового уровня (Google, Qualcomm, Boeing, Raytheon). Участники FTC получают доступ к эксклюзивным стипендиальным программам общим объёмом свыше 80 миллионов долларов ежегодно. Для казахстанских школьников это открывает реальную возможность получить образование в ведущих технических университетах мира — MIT, Carnegie Mellon, Georgia Tech — что без участия в FTC было бы значительно труднее достижимым.

6. Инженерное творчество и кросс-дисциплинарность. Создание конкурентоспособного FTC-робота требует синтеза механики (проектирование манипуляторов, трансмиссий, систем захвата), электроники (подключение контроллеров REV Control Hub, сервоприводов, датчиков цвета, расстояния и IMU) и программирования. Именно этот синтез формирует кросс-дисциплинарное мышление, которое становится всё более ценным в эпоху, когда технологические системы усложняются на стыке нескольких инженерных областей.

7. Глобальное сетевое взаимодействие. FTC создает международное сообщество: команды обмениваются конструктивными решениями через открытые репозитории (GitHub), участвуют в совместных тренировочных лигах, получают наставничество от профессиональных инженеров и студентов технических вузов. Для казахстанских учащихся это редкая возможность войти в глобальную инженерную культуру ещё на школьном этапе.

8. Воспитание ценностей (FIRST Core Values). Идеология Gracious Professionalism и Coopertition (кооперация + соревнование) учит школьников тому, что взаимопомощь и уважение к сопернику — не слабость, а признак зрелости профессионала. Команды могут помогать соперникам в ремонте робота прямо во время соревнований, и это поощряется судьями. Такие установки формируют этику инженера, которую крайне сложно воспитать в рамках традиционного урока.

FTC в контексте образовательной политики Казахстана

Государственная программа «Цифровой Казахстан» (2017) и обновленные ГОСО-2022 создают нормативную основу для интеграции соревновательной робототехники в систему среднего образования. Элементы конструирования и программирования включены в образовательную область «Технология», а в ряде регионов — в самостоятельную дисциплину «Робототехника» с 5-го класса. FTC органично дополняет эти инициативы, предоставляя готовую международно - признанную экосистему с четкими правилами, инфраструктурой оценивания и глобальным сообществом.

Участие казахстанских команд в FTC развивается: от единичных пилотных команд в крупных городах до постепенного распространения программы в регионах при поддержке частных технопарков, НИИ и корпоративных партнёров. Тем не менее потенциал охвата существенно превышает текущие показатели, что обусловлено рядом системных барьеров.

Результаты и их обсуждение

Результаты участия школьных команд филиала НАО «Республиканская физико - математическая школа» г.Астана в сезонах FTC 2024–2025 и 2025–2026 в таблице 1.

В отчётный период от РФМШ г. Астана выступали две команды.

Fizmat Robotics — опытная команда школы, участвовавшая в обоих сезонах. В сезоне 2024–2025 является единственным представителем школы на соревнованиях; в сезоне 2025–2026 выступает совместно с командой-дебютантом.

Foxslide — новая команда, дебютировавшая в сезоне 2025–2026. Несмотря на первый сезон, показала высокий технический уровень сразу на нескольких этапах.

Таблица 1. Результаты команд филиала НАО «Республиканская физико - математическая школа» в г. Астана на соревнованиях FTC

Сезон	Команда	Соревнование	Награда / Результат	Место / Роль
2024–25	Fizmat Robotics	Astana Qualifier FIRST	Control Award	2 место
2024–25	Fizmat Robotics	Astana Qualifier FIRST	Finalist Alliance	Pick (участник)
2025–26	Foxslide	Burabay FIRST Regional	Winning Alliance	Pick (участник)
2025–26	Foxslide	Burabay FIRST Regional	Control Award	1 место
2025–26	Foxslide	Kazakhstan Central Asia Championship	Innovate Award	3 место
2025–26	Foxslide	Kazakhstan Central Asia Championship	Division Finalist Alliance	Captain (капитан)
2025–26	Fizmat Robotics	Burabay FIRST Regional	Winning Alliance	Captain (капитан)
2025–26	Fizmat Robotics	Burabay FIRST Regional	Inspire Award	3 место
2025–26	Fizmat Robotics	Kazakhstan Central Asia Championship	Control Award	2 место
2025–26	Fizmat Robotics	Kazakhstan Central Asia Championship	Division Finalist Alliance	Pick (участник)
2025–26	Fizmat Robotics	FIRST World Championship (Franklin Division)	Reach Award	1 место

Приведенные данные в таблице 1 позволяют предположить положительную динамику соревновательной результативности рассматриваемых команд РФМШ, однако данный вывод относится исключительно к исследуемому кейсу и не может быть автоматически распространён на казахстанские FTC-команды в целом. Особого внимания заслуживает не только место в итоговом протоколе, но и сам факт прохождения регионального и национального этапов отбора — каждый такой результат означает, что команда успешно реализовала полный инженерный цикл, подготовила Engineering Notebook и прошла через судейское интервью на иностранном языке.

Сезон 2024–2025: первые шаги

В сезоне 2024–2025 школу представляла команда Fizmat Robotics, выступившая на турнире Astana Qualifier FIRST. Команда завоевала два результата:

– **Control Award (2-е место)** — награда за высокое качество программирования: автономного режима, управления приводами и сенсорной интеграции.

– **Finalist Alliance (роль Pick)** — вхождение в состав финального альянса. Это означает, что по итогам квалификационных матчей команда была признана одной из сильнейших на турнире и приглашена в финальную четвёрку.

Полученные результаты свидетельствуют о способности команды успешно выполнять технические и соревновательные требования турнира уже на раннем этапе участия.

Сезон 2025–2026: выход на международный уровень

Сезон 2025–2026 характеризовался расширением соревновательной географии и ростом уровня участия исследуемых команд: результаты были зафиксированы на региональном, центральноазиатском и мировом уровнях. При этом выход на FIRST World Championship в представленных данных зафиксирован для команды Fizmat Robotics.

Команда Foxslide (дебютный сезон):

– **Burabay FIRST Regional — Winning Alliance (роль Pick)** — победный альянс регионального турнира. Уже в первом сезоне команда вошла в состав сильнейшего альянса соревнований.

– **Burabay FIRST Regional — Control Award (1-е место)** — первое место в номинации за лучшее программное управление роботом на региональном уровне.

– **Kazakhstan Central Asia Championship — Innovate Award (3-е место)** — награда за оригинальность и инженерную новизну конструктивных решений на чемпионате Центральной Азии.

– **Kazakhstan Central Asia Championship — Division Finalist Alliance (роль Captain)** — команда самостоятельно сформировала финальный альянс своего дивизиона на центральноазиатском чемпионате.

Команда Fizmat Robotics (сезон 2025–2026):

– **Burabay FIRST Regional — Winning Alliance (роль Captain)** — Fizmat Robotics сформировала и возглавила победный альянс регионального турнира. Роль Captain — наивысший командный статус в формате FTC.

– **Burabay FIRST Regional — Inspire Award (3-е место)** — наиболее престижная номинация FTC, присуждаемая за комплексное воплощение ценностей программы FIRST: качество Engineering Notebook, культуру команды, интервью с судьями и технические результаты.

– **Kazakhstan Central Asia Championship — Control Award (2-е место)** — подтверждение высокого уровня программирования, зафиксированного ещё в предыдущем сезоне.

– **Kazakhstan Central Asia Championship — Division Finalist Alliance (роль Pick)** — вхождение в финальный альянс дивизиона на национальном чемпионате.

– **FIRST World Championship — Reach Award (1-е место)** — высшее достижение в истории школы. Reach Award вручается на мировом уровне за выдающийся прогресс и охват программы FIRST в своём регионе. 1-е место на FIRST World Championship — это результат международного масштаба.

Динамика роста. За два сезона команды прошли путь от городского квалификационного турнира до Чемпионата мира, стабильно повышая уровень участия и количество завоёванных наград.

Международное признание. Reach Award на FIRST World Championship — выдающийся результат, ставящий РФМШ г. Астана в один ряд с ведущими FTC-школами мира.

Сила командной культуры. Inspire Award и Control Award требуют не только технического совершенства, но и высокого уровня инженерной документации, командного взаимодействия и публичной коммуникации на английском языке.

Лидерский потенциал. Обе команды неоднократно выступали в роли Captain альянса — это означает доверие соперников и признание высокого статуса внутри соревновательного сообщества FTC.

Успешный дебют. Foxslide в первом же сезоне завоевала четыре награды, включая 1-е место за Control Award на региональном уровне, что подтверждает устойчивость модели подготовки в школе.

Анализ результатов двух сезонов позволяет выделить несколько тенденций в развитии рассматриваемого кейса.

Во-первых, наблюдается расширение уровня соревновательного участия. Fizmat Robotics в сезоне 2024–2025 участвовала в Astana Qualifier FIRST и получила Control Award (2-е место), а также вошла в состав Finalist Alliance в роли Pick. В сезоне 2025–2026 результаты этой команды были зафиксированы уже на региональном, центральноазиатском и мировом уровнях. Такая динамика соответствует первой гипотезе о связи продолжительности участия команды с расширением уровня и разнообразия её соревновательных результатов. При этом данный вывод носит описательный характер и не предполагает причинного доказательства.

Во-вторых, структура полученных наград демонстрирует многокомпонентность требований FTC. Control Award связан с технической и программной составляющей деятельности команды, тогда как Inspire Award и роли в альянсах отражают более широкий комплекс командных и организационных характеристик. Innovate Award позволяет дополнительно характеризовать инженерную составляющую проектной работы. Поэтому совокупность различных типов достижений может рассматриваться как индикатор того, что

участие в FTC предполагает развитие комплекса взаимосвязанных компетенций, что соответствует второй гипотезе.

В-третьих, дебют команды Foxslide в сезоне 2025–2026 сопровождался результатами на региональном и центральноазиатском уровнях, включая Control Award, Innovate Award, Winning Alliance и Division Finalist Alliance. Данный факт демонстрирует возможность достижения высокой соревновательной результативности уже в первый сезон участия, однако единичный пример не позволяет устанавливать общую закономерность для всех новых команд.

В-четвертых, результаты Fizmat Robotics и Foxslide следует интерпретировать как данные отдельного образовательного кейса, а не как репрезентативную выборку казахстанских школьников. Наличие наград и высоких соревновательных результатов подтверждает успешность участия рассматриваемых команд в конкретных соревнованиях, но не позволяет непосредственно измерить изменение инженерных или профессиональных компетенций каждого учащегося.

Таким образом, результаты исследования поддерживают вывод о высоком образовательном потенциале FTC и наличии положительной динамики соревновательной результативности в рассматриваемом кейсе. Вместе с тем причинное утверждение о влиянии FTC на развитие профессиональных компетенций требует дополнительного эмпирического подтверждения.

Существующие вызовы и барьеры

Стоимость участия. Полный комплект FTC (Control Hub, расширительный хаб, моторы, шасси, игровое поле) обходится команде в 1 500–3 000 долларов и выше, что является существенным барьером для школ с ограниченным финансированием. Дополнительные расходы на транспорт и проживание на выездных соревнованиях усиливают региональное неравенство.

Дефицит подготовленных наставников. FTC требует наставника (coach/mentor), способного ориентироваться в механике, электронике и Java-программировании одновременно. Согласно данным НЦОСО МП РК (2023), менее 18% учителей технологии и информатики прошли специализированную подготовку в области робототехники, и лишь единицы знакомы со спецификой именно FTC.

Языковой барьер. Вся официальная документация FTC, правила сезона и судейские критерии публикуются исключительно на английском языке. Для большинства казахстанских учащихся и педагогов это создаёт дополнительный когнитивный барьер, замедляющий освоение программы.

Региональная диспропорция. Практически все действующие казахстанские FTC-команды сосредоточены в Алматы и Астане. Учащиеся малых городов и сельских районов лишены доступа к программе из-за отсутствия оборудования, наставников и информации.

Рекомендации по развитию FTC в Казахстане

Для преодоления обозначенных барьеров и раскрытия полного образовательного потенциала FTC предлагаются следующие системные меры.

Во-первых, необходимо создание Национальной FTC-лиги Казахстана с единым календарем соревнований, партнерством с Министерством просвещения и статусом официального внеурочного мероприятия. Это придаст программе институциональный вес и обеспечит стабильное финансирование через государственные гранты.

Во-вторых, требуется перевод ключевых материалов FTC на казахский и русский языки — правил сезона, критериев оценки Engineering Notebook и обучающих руководств. Локализация критически важна для расширения охвата за пределы Алматы и Астаны.

В-третьих, необходима программа подготовки наставников на базе педагогических и технических университетов страны (КазНПУ, КБТУ, Nazarbayev University) с выдачей сертификатов и методической поддержкой в течение сезона.

В-четвертых, партнёрство с технологическими компаниями — Kaspi, Kolesa Group, Samsung Kazakhstan, «Казатомпром» — позволит сформировать фонд субсидирования для команд из регионов, обеспечив эквайринг оборудования и покрытие транспортных расходов на соревнования.

В-пятых, целесообразно создание сети региональных FTC-хабов на базе действующих Центров педагогического мастерства, технопарков и НИИ, которые стали бы точками доступа к оборудованию, наставничеству и сообществу для школьников из малых городов.

Заключение

FIRST Tech Challenge — это не просто соревнование по робототехнике. Это образовательная экосистема, формирующая инженера в полном смысле слова: человека, умеющего ставить задачу, проектировать решение, работать в команде, документировать процесс и публично отстаивать результат. Именно эти качества определяют успех в технологической экономике XXI века.

Проведённое исследование позволило описать и систематизировать результаты участия команд Fizmat Robotics и Foxslide филиала НАО «Республиканская физико-математическая школа» в г. Астана в соревнованиях FIRST Tech Challenge в сезонах 2024–2025 и 2025–2026 годов. Основной анализ был сосредоточен на наблюдаемых характеристиках участия команд: уровне соревнований, типах полученных наград и ролях в финальных альянсах.

В рассматриваемом кейсе Fizmat Robotics в течение двух сезонов продемонстрировала расширение уровня соревновательного участия: от квалификационного турнира в Астане в сезоне 2024–2025 до участия в региональном, центральноазиатском и мировом этапах в сезоне 2025–2026. В этот период команда получила награды Control Award, Inspire Award и Reach Award, а также вошла в состав финальных альянсов на нескольких этапах соревнований. Foxslide, дебютировавшая в сезоне 2025–2026 годов, также достигла результатов на региональном и центральноазиатском уровнях, включая Control Award, Innovate Award и участие в финальных альянсах. Таким образом, в рамках исследуемого образовательного кейса наблюдается расширение уровня и разнообразия соревновательных результатов.

Результаты также показывают, что соревнования FTC предполагают выполнение задач, связанных с различными аспектами командной деятельности: техническим проектированием и конструированием, программированием, подготовкой инженерной документации, взаимодействием участников и представлением результатов. Разнообразие полученных наград и ролей команд позволяет характеризовать FTC как многокомпонентную соревновательную образовательную среду. Вместе с тем результаты соревнований не являются непосредственными измерителями сформированности профессиональных компетенций отдельных учащихся и могут рассматриваться только как наблюдаемые показатели участия команд.

Полученные данные позволяют частично поддержать сформулированные гипотезы в пределах рассматриваемого кейса. Наблюдаемая динамика Fizmat Robotics согласуется с предположением о расширении уровня и разнообразия соревновательных результатов при продолжении участия в программе. Различия между типами наград и ролями в альянсах также согласуются с предположением о многокомпонентном характере требований FTC. Однако имеющаяся эмпирическая база не позволяет оценить статистическую устойчивость этих тенденций и установить причинную связь между продолжительностью участия в FTC и развитием компетенций учащихся.

Исследование имеет ряд ограничений. Эмпирическая база включает только две команды одной образовательной организации и два соревновательных сезона. В исследовании отсутствуют контрольная группа, индивидуальная диагностика компетенций учащихся до и после участия в программе, а также лонгитюдные данные об их последующих образовательных и профессиональных траекториях. Кроме того, на результаты команд могут

влиять опыт наставников, состав участников, доступность оборудования, интенсивность подготовки и другие факторы, которые не были отдельно измерены.

В связи с этим дальнейшие исследования целесообразно проводить на более широкой выборке школ и команд с использованием смешанного количественно-качественного дизайна. Перспективным является проведение входной и итоговой диагностики инженерных, программных, вычислительных и командных компетенций учащихся, а также сопоставление результатов участников FTC с результатами школьников, не участвующих в соревновательной робототехнике. Дополнительную доказательную базу может обеспечить лонгитюдное наблюдение за образовательными траекториями участников.

Для проверки устойчивости выявленных тенденций также необходимо увеличить число наблюдаемых команд и сезонов, систематизировать данные об индивидуальной продолжительности участия учащихся, командных ролях, содержании инженерной документации и результатах судебных интервью. Такой подход позволит перейти от описания соревновательных достижений отдельных команд к эмпирической оценке образовательных эффектов FTC и определить, в какой степени участие в программе связано с развитием конкретных компетенций школьников.

Для Казахстана перспективными направлениями остаются подготовка квалифицированных наставников, обеспечение доступности оборудования, развитие региональной инфраструктуры и формирование механизмов устойчивой поддержки школьных робототехнических команд. Реализация данных мер может способствовать расширению практико-ориентированного STEM-образования и созданию условий для более широкого участия школьников в международных инженерных программах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Цифровой Казахстан: Государственная программа «Цифровой Казахстан» на 2018–2022 годы. Постановление Правительства РК от 12 декабря 2017 года № 827. — Астана, 2017.
- 2 FIRST Tech Challenge. About FIRST Tech Challenge. — URL: <https://www.firstinspires.org/robotics/ftc>.
- 3 Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., Liang, J.-C. Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model // International Journal of STEM Education. — 2023. — Vol. 10. — Article 12. — DOI: 10.1186/s40594-023-00400-3.
- 4 Ouyang, F., Xu, W. The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis // International Journal of STEM Education. — 2024. — Vol. 11. — Article 7. — DOI: 10.1186/s40594-024-00469-4.
- 5 Trapero-González, I., Hinojo-Lucena, F. J., Romero-Rodríguez, J.-M., Martínez-Menéndez, A. Didactic impact of educational robotics on the development of STEM competence in primary education: A systematic review and meta-analysis // Frontiers in Education. — 2024. — Vol. 9. — Article 1480908. — DOI: 10.3389/feduc.2024.1480908.
- 6 Arafat, M. H., Budiyo, C. W., Yuana, R. A., Fenyvesi, K. Implementation of integrated STEM learning in educational robotics towards 21st century skills: A systematic review // International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology. — 2024. — Vol. 12, No. 5. — P. 1127–1141. — DOI: 10.46328/ijemst.4271.
- 7 Benitti, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review // Computers & Education. — 2012. — Vol. 58, No. 3. — P. 978–988. — DOI: 10.1016/j.compedu.2011.10.006.
- 8 Karim, M. E., Lemaignan, S., Mondada, F. A review: Can robots reshape K-12 STEM education? // Proceedings of the 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts. — 2015. — P. 1–8. — DOI: 10.1109/ARSO.2015.7428217.
- 9 Graffin, M., Sheffield, R., Koul, R. 'More than Robots': Reviewing the impact of the FIRST® LEGO® League Challenge robotics competition on school students' STEM attitudes,

learning, and twenty-first century skill development // *Journal for STEM Education Research*. — 2022. — Vol. 5. — P. 322–343. — DOI: 10.1007/s41979-022-00078-2.

10 Ching, Y.-H., Hsu, Y.-C. Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review // *TechTrends*. — 2024. — Vol. 68, No. 3. — P. 423–434. — DOI: 10.1007/s11528-023-00841-1.

REFERENCES

1 Government of the Republic of Kazakhstan. (2017). *Tsifrovoy Kazakhstan: Gosudarstvennaya programma «Tsifrovoy Kazakhstan» na 2018–2022 gody. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot 12 dekabrya 2017 goda № 827* [Digital Kazakhstan: State Program “Digital Kazakhstan” for 2018–2022. Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan No. 827 of December 12, 2017]. Astana, Kazakhstan.

2 FIRST Tech Challenge. *About FIRST Tech Challenge*. Available at: <https://www.firstinspires.org/robotics/ftc>.

3 Darmawansah, D., Hwang, G.-J., Chen, M.-R. A., & Liang, J.-C. (2023). Trends and research foci of robotics-based STEM education: A systematic review from diverse angles based on the technology-based learning model. *International Journal of STEM Education*, 10, Article 12. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00400-3>.

4 Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: A multilevel meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 11, Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>.

5 Trapero-González, I., Hinojo-Lucena, F. J., Romero-Rodríguez, J.-M., & Martínez-Menéndez, A. (2024). Didactic impact of educational robotics on the development of STEM competence in primary education: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Education*, 9, 1480908. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1480908>.

6 Arafat, M. H., Budiyo, C. W., Yuana, R. A., & Fenyvesi, K. (2024). Implementation of integrated STEM learning in educational robotics towards 21st century skills: A systematic review. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(5), 1127–1141. <https://doi.org/10.46328/ijemst.4271>.

7 Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978–988. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>.

8 Karim, M. E., Lemaignan, S., & Mondada, F. (2015). A review: Can robots reshape K-12 STEM education? In *Proceedings of the 2015 IEEE International Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts* (pp. 1–8). <https://doi.org/10.1109/ARSO.2015.7428217>.

9 Graffin, M., Sheffield, R., & Koul, R. (2022). ‘More than Robots’: Reviewing the impact of the FIRST® LEGO® League Challenge robotics competition on school students’ STEM attitudes, learning, and twenty-first century skill development. *Journal for STEM Education Research*, 5, 322–343. <https://doi.org/10.1007/s41979-022-00078-2>.

10 Ching, Y.-H., & Hsu, Y.-C. (2024). Educational robotics for developing computational thinking in young learners: A systematic review. *TechTrends*, 68(3), 423–434. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>.

БІЛІМ БЕРУДЕ РОБОТОТЕХНИКАНЫ ҚОЛДАНУ: ОҚУШЫЛАР ҮШІН ЖАҢА МҮМКІНДІКТЕР

Кабланбекова Б.А.¹, Дүйсенбай Н.Н.²

^{1, 2} Астана қ. «Республикалық физика-математика мектебі» КеАҚ филиалы, Астана, Қазақстан

Аңдатпа

Мақалада технологиялық экономикаға көшу жағдайында білім беру робототехникасының Қазақстан Республикасындағы орта білім беру жүйесін трансформациялаудағы рөлі қарастырылады. Зерттеудің мақсаты — халықаралық инженерлік FIRST Tech Challenge (FTC) бағдарламасының білім алушылардың кәсіби құзыреттерін қалыптастыруға ықпалын кешенді талдау және оны ұлттық білім беру ортасына интеграциялау жолдарын айқындау. Зерттеудің негізгі нысаны — 7–11-сынып оқушыларына (12–18 жас) арналған жарыстық платформа ретінде қарастырылатын FTC бағдарламасы. Ол роботтарды жобалаудан бастап құрастыру мен бағдарламалауға дейінгі толық кәсіби инженерлік циклді тиімді модельдейді. Зерттеудің әдіснамалық негізін нормативтік-құқықтық базаны (соның ішінде «Цифрлық Қазақстан» мемлекеттік бағдарламасы мен МЖМБС-2022) жүйелі талдау, қазіргі педагогикалық зерттеулерге салыстырмалы контент-талдау жүргізу, халықаралық тәжірибені зерделеу, сондай-ақ соңғы жылдардағы қазақстандық командалардың FTC турнирлеріне қатысу нәтижелерін сандық және сапалық талдау құрады. Алынған нәтижелер FTC бағдарламасының білім беру әлеуетін сипаттауға және бағдарлама талаптарының инженерлік, командалық және коммуникативтік дағдыларды дамытуға қалай ықпал ететінін көрсетуге мүмкіндік береді. Авторлар сондай-ақ бағдарламаны Қазақстанда кеңінен енгізу жолындағы негізгі кедергілерді анықтады. Олардың қатарында білікті педагог кадрлардың тапшылығы, жабдықтардың жоғары құны және өңірлердегі инфрақұрылымға қолжетімділіктің біркелкі болмауы бар. Аталған мәселелерді шешу үшін мұғалімдердің біліктілігін арттыруға арналған мамандандырылған курстар әзірлеу және мектеп зертханаларын жаңғыртуға бағытталған мемлекеттік-жекеменшік әріптестік тетіктерін енгізуді қоса алғанда, ғылыми негізделген ұсыныстар берілді.

Түйін сөздер: FIRST Tech Challenge, FTC, робототехника, STEM-білім беру, инженерлік ойлау, «Цифрлық Қазақстан», жарыстық робототехника.

THE USE OF ROBOTICS IN EDUCATION: NEW OPPORTUNITIES FOR STUDENTS

Kablanbekova B.A.¹, Duisenbai N.N.²

^{1, 2} National School of Physics and Math in Astana, Astana, Kazakhstan

Annotation

The article examines the role of educational robotics in transforming the secondary education system of the Republic of Kazakhstan in the context of the transition to a technology-driven economy. The aim of the study is to provide a comprehensive analysis of the impact of the international engineering program FIRST Tech Challenge (FTC) on the development of students' professional competencies and to identify ways of integrating the program into the national educational environment. The central focus of the study is FTC as a competitive educational platform for students in Grades 7–11 (ages 12–18), which effectively simulates the full professional engineering cycle, from design to robot assembly and programming. The methodological framework of the study includes a systematic analysis of the regulatory and legal framework, including the state initiative Digital Kazakhstan and the State Compulsory Educational Standard (SCES) 2022; a comparative content analysis of contemporary pedagogical research; an examination of international experience; and quantitative and qualitative analyses of the results achieved by Kazakhstani teams in FTC competitions in recent years. The findings make it possible to characterize the educational potential of FTC and demonstrate how the program's requirements are associated with the development of engineering, teamwork, and communication skills. The authors also identify key barriers to scaling the program in Kazakhstan, including a shortage of qualified teaching staff, the high cost of equipment, and unequal access to infrastructure across regions. To address these challenges, the study proposes evidence-based measures, including the development of specialized professional development courses for teachers and public-private partnership mechanisms to modernize school laboratories.

Keywords: FIRST Tech Challenge, FTC, robotics, STEM education, engineering mindset, "Digital Kazakhstan", competitive robotics.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ МӘЛІМЕТ / СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT AUTHORS

Кабланбекова Бахтыгуль Амиргазиновна – жаратылыстану ғылымдарының магистрі, информатика пәні мұғалімі, Астана қ. «Республикалық физика-математика мектебі» КеАҚ филиалы, Астана, Қазақстан, bakhtygul.kablanbekova@fizmat.kz

Кабланбекова Бахтыгуль Амиргазиновна – магистр естественных наук, учитель информатики, филиал НАО «Республиканская физико-математическая школа» в г. Астана, Астана, Казахстан, bakhtygul.kablanbekova@fizmat.kz

Kablanbekova Bakhtygul Amirgazinovna – Master of Natural Sciences, computer science teacher, National School of Physics and Math in Astana, Astana, Kazakhstan, bakhtygul.kablanbekova@fizmat.kz

Дүйсенбай Нұрдаулет Нұрбақытұлы – педагог, информатика пәні мұғалімі, Астана қ. «Республикалық физика-математика мектебі» КеАҚ филиалы, Астана, Қазақстан, nurdaulet.duisenbai@fizmat.kz

Дүйсенбай Нұрдаулет Нұрбақытұлы – учитель информатики, филиал НАО «Республиканская физико-математическая школа» в г. Астана, Астана, Казахстан, nurdaulet.duisenbai@fizmat.kz

Duisenbai Nurdaulet Nurbakhytuli – computer science teacher, National School of Physics and Math in Astana, Astana, Kazakhstan, nurdaulet.duisenbai@fizmat.kz