



Исследование международного рынка образовательных технологических продуктов

робототехника

2020 г.

**Исследование международного рынка образовательных
технологических продуктов:
робототехника**

Авторский коллектив:

Р.Ю. Соловьев, М.Н. Тезина, А.Ю. Овсянников, А.И. Федосеев, О.Е. Кускова

Научный руководитель:

А.А. Андрюшков

*Аналитический отчет Инфраструктурного центра Кругового движения НТИ за
2020 г.*

Аннотация

Аналитический отчет посвящен исследованию рынка образовательных продуктов в сфере робототехники. Цель данного исследования — создать методику оценивания робототехнического оборудования на основе анализа актуальной ситуации наличия и применения оборудования в кружках робототехники для подготовки к инженерным соревнованиям. В рамках исследования был проведен опрос наставников и руководителей кружков, выделены основные проблемы и тренды, а также составлены критерии для оценки оборудования в контексте его применимости для подготовки учащихся кружков различных возрастов к участию в инженерных соревнованиях. Исследование проведено в рамках деятельности Инфраструктурного центра Кружкового движения, направленной на разработку инновационных подходов в работе с молодежью с целью привлечения талантов в перспективные направления развития наук и технологий. Первая часть отчета, представляемая в 2020 г. посвящена общей оценке ситуации на рынке образовательных робототехнических продуктов.

Инфраструктурный центр Кружкового движения НТИ, 2020.

Введение

Робототехника — одно из самых популярных на сегодняшний день направлений научно-технического творчества. Находясь на стыке сразу нескольких как традиционных инженерных направлений (конструирование, электроника, радиосвязь, системы управления), так и новых, бурно развивающихся (программирование, умные устройства и новые беспилотные технологии), кружки по робототехнике стали практически единственной точкой кристаллизации инженерного творчества в новую технологическую эпоху. Немалую роль в этом сыграл и набравший популярность формат инженерных соревнований, который в значительной степени опирается на богатую культуру состязаний моделистов, и в то же время задает совершенно новый уровень погружения школьников в инженерную и проектную работу.

В 90-е и начале 2000-х гг. вся система дополнительного технического образования в России оказалась в глубоком кризисе. Только в 2010-х гг. стало можно говорить о возвращении государственного внимания к популяризации инженерных направлений и развитию дополнительного образования. Кружковое движение Национальной технологической инициативы — одна из возникших общественно-государственных инициатив — это самоорганизующееся разновозрастное сообщество технологических энтузиастов, принимающих технологические вызовы новых рынков и успешно справляющихся с ними. Сообщество объединяет участников и наставников кружков, держателей площадок, организаторов инженерных соревнований и других мероприятий технической направленности. Инженерные соревнования стали одним из ключевых направлений дорожной карты «Кружковое движение», аккумулируя опыт существующих соревнований — Робофест, ВРО, WorldSkills и другие — в целях вовлечения школьников в передовые технологические тематики и вызовы. Не меньшую роль в развитии Кружкового движения играют наставники, действующие и открывающиеся площадки, цифровые инструменты поддержки сообществ.

Данное исследование призвано оснастить наставников, руководителей кружков, представителей региональных систем образования прикладными инструментами для развития кружков и участия в инженерных соревнованиях.

Кружковое движение и Университет Иннополис с 2016 г. совместно организуют командные инженерные соревнования в рамках Олимпиады Кружкового движения НТИ по направлению «Интеллектуальные робототехнические системы» — олимпиаду первого

уровня РСОШ, позволяющую школьникам получать 100 баллов ЕГЭ за совместное решение сложной робототехнической задачи. В 2020 г. также совместно был разработан и проведен конкурс компетенций школьников «Талант 20.35» по направлению «Программная робототехника», который дал возможность школьникам конвертировать достижения в рамках многочисленных робототехнических соревнований в дополнительные баллы при поступлении вузы. Этот многолетний опыт позволил нам взяться за более сложную и системную задачу — анализ, а в будущем и сертификацию, существующих инструментов для кружков робототехники.

Это исследование – начало большой работы по систематизации лучших практик и инструментов для организации кружков по ключевым направлениям научно-технического развития. Мы начинаем с робототехники и самого популярного формата — подготовки к инженерным соревнованиям, но собираемся в будущем расширить число тематик, углубить полученные результаты, включить организацию проектной деятельности и многое другое.

Робототехническое оборудование для подготовки к соревнованиям

90-е гг. прошлого века и первое десятилетие нынешнего стали для России периодом глубокого кризиса дополнительного образования. Заметить интерес к развитию дополнительного образования на государственном уровне можно лишь с 2010-х гг. Однако стихийный характер развития технического направления системы дополнительного образования школьников, отраженный в функционировании детских технопарков, центров молодежного творчества, кванториумов, частных и государственных кружков и секций, восходит к глобальной проблеме универсального представления о том, какими должны быть средства и методики обучения, позволяющие осуществить качественную подготовку обучающихся (равно как детей, так и тренеров) при достижении академических целей в предоставлении равных возможностей всем участникам образовательного процесса, независимо от места их жительства.

Ежегодные многоуровневые соревнования, появившиеся в России в последние десятилетия, вобравшие в себя муниципальные, региональные и окружные многопрофильные этапы по тематикам мобильных, летательных, манипуляционных, подводных интеллектуальных робототехнических систем, футбола, танцев роботов, робототехнических проектов, все это — составляющие Всероссийской робототехнической олимпиады, а также Олимпиады Национальной технологической инициативы, RoboCup Russia, Innopolis Open Robotics, Робофест, Робофинист. Помимо этого, есть и так

называемые локальные, разовые робототехнические соревнования, фестивали и конкурсы. Часто их цели, возрастные цензы, уровень подготовки участников уступают жестким рамкам авторитетных соревнований. Данные конкурсы направлены на решение текущих проблем и удовлетворение интересов и потребностей конкретного города, организатора или же кружка. Такое разнообразие соревнований, с одной стороны, предоставляет возможность участникам с разным уровнем подготовки проявить себя, с другой, вызывает затруднения в выборе инструментария для подготовки к соревнованиям у наставников.

Методический «голод», испытываемый сегодня робототехническими кружками, в основании которого лежит отсутствие адаптивных методик проведения занятий по робототехнике, требует проведения кропотливых исследований в данной сфере деятельности.

Основанием методологии для проведения профессиональных занятий служат регламенты проведения аутентичных соревнований, ввиду чего образовательный процесс в робототехнических кружках становится именно процессом подготовки к соответствующим конкурсам. Эти же соревнования выступают и мотивационным аспектом для воспитанников кружков, при котором степень успешности выступлений на соревнованиях становится оценкой качества образовательного процесса. В таком случае выбор средств обучения осуществляется также с привязкой к определенным робототехническим соревнованиям. В связи с отсутствием единой методики оценки оборудования, необходимого для подготовки к робототехническим соревнованиям, этот процесс и качество выбранного оборудования в значительной степени зависят от компетенций тренерского состава конкретной организации и экспертных знаний специалистов, занимающихся оснащением кружков при централизованных закупках. Недостаточное техническое оснащение, равно как и отсутствие информации (методической литературы) и специалистов — наставников и тренеров, способных применять оборудование в образовательных целях, серьезно затрудняет использование техники в кружке, что, соответственно, приводит к стагнации образовательного процесса на конкретном этапе деятельности организации.

Кружковое движение Национальной технологической инициативы и Университет Иннополис запустили совместный проект по разработке единой методики оценки робототехнического оборудования, применяемого в робототехнических кружках, с целью качественной подготовки школьников к соревнованиям. Такая методика позволит

проанализировать оснащение кружков и их возможности для полноценной подготовки учащихся к различного рода соревнованиям и конкурсам.

Часть 1. Мониторинг актуальной ситуации¹

В данном разделе представлены результаты первого этапа проекта – оценочного мониторинга наличия и использования робототехнического оборудования в кружках и секциях дополнительного образования школьников. Анализ результатов позволил сформулировать ключевые элементы методики оценивания оборудования, отвечающей педагогическим требованиям и специфике робототехнических соревнований.

Мониторинг актуальной ситуации наличия и применения оборудования в робототехнических кружках производился через опрос наставников и преподавателей кружков и секций технического творчества, готовящих школьников к различным соревнованиям по робототехнике. В опросе приняли участие 80 респондентов из 13-ти регионов Российской Федерации. Опросная анкета включала в себя вопросы, направленные на выяснение следующих положений:

- наличие оборудования в кружках;
- регулярность работы с оборудованием;
- возникающие проблемы и сложности при работе;
- применимость к подготовке учащихся кружка к соревнованиям;
- контингент учащихся.

По итогам опроса были выявлены следующие данные:

Почти в половине кружков (48%) используется оборудование фирмы Lego. Это такие наборы, как WeDo, WeDo 2.0, Mindstorms EV3, NXT. В 15% секций имеются Arduino-based наборы, а у 37% – иное робототехническое оборудование (RoboRoboKids, MakeBlock, Triq, Vex и другие) (рисунок 1). Количество наборов в отдельном кружке не уточнялось, но их наличие в кружках подразумевает доступность их приобретения, а также то, что в организации есть или идет подготовка методик обучения.

¹ Фрагменты данного раздела опубликованы в журнале «Техника-Молодёжи»: Соловьев Р.Ю., Тезина М.Н., Овсянников А.Ю., Федосеев А.И. Робототехнические кружки под пристальным взглядом методиста // Техника-Молодёжи. 2021. № 1. С. 36-38.

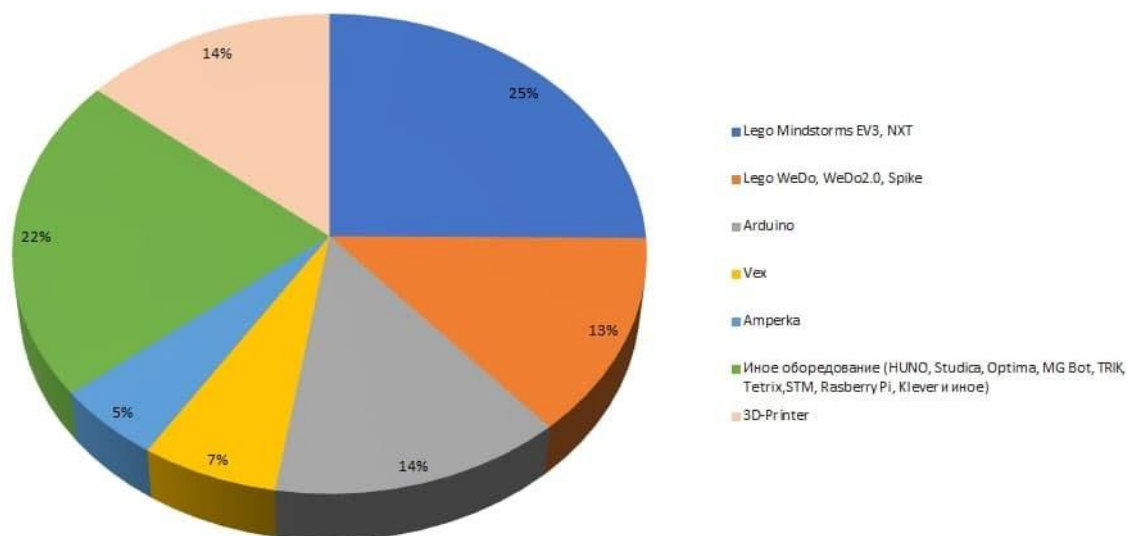


Рисунок 1. Процент соотношения наличия оборудования в кружках

В 30-ти кружках и центрах из 80-ти есть 3D-принтеры (рисунок 2). Значительное количество площадок с 3D-принтерами может свидетельствовать о необходимости включения данного вида оборудования в обязательный перечень оснащения робототехнических кружков, так как все большее количество робототехнических соревнований предполагает использование 3D-печати при проектировании устройств.

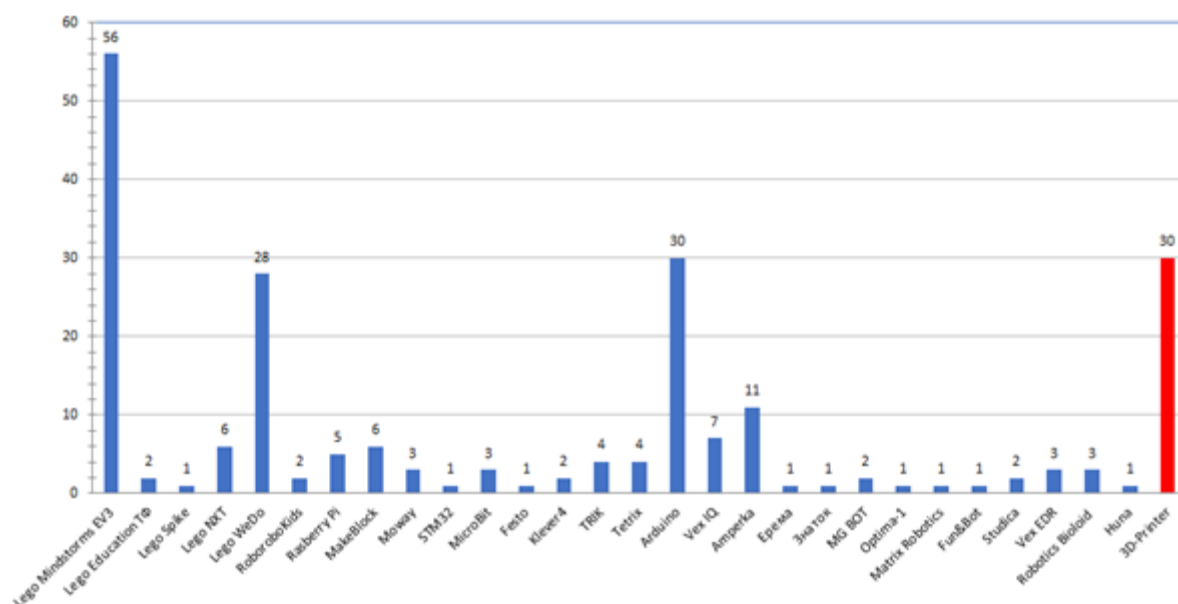


Рисунок 2. Используемое оборудование

Три четверти (75%) кружков имеют в своем распоряжении от одного до трех видов робототехнического оборудования. 15% кружков – от четырех до шести различных видов. Только три организации из опрошенных имеют более десяти видов робототехнического оборудования. Это центры из Республики Татарстан и Тверской области. В 5% кружков нет собственного оборудования (рисунок 3).

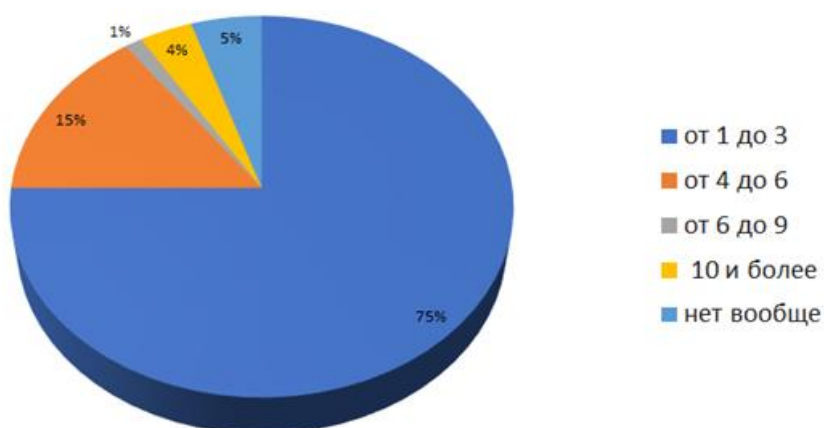


Рисунок 3. Количество центров, имеющих разные виды робототехнического оборудования

72,9% респондентов указали, что в их кружках есть оборудование, используемое для проведения занятий со школьниками 1–4 классов (6–10 лет) (рисунок 4). Стоит отметить, что только около 5% кружков готовы учить младших школьников на Arduino-подобных наборах, некоторые из которых программируются на скретче и подходят для младшего школьного возраста. 37,8% респондентов проводят обучение школьников 1–4 классов на наборах Lego Mindstorms EV3, у которых рекомендованный разработчиком возраст пользователей составляет 10+. Получается, что больше трети кружков используют наборы, не соответствующие возрасту обучаемых.

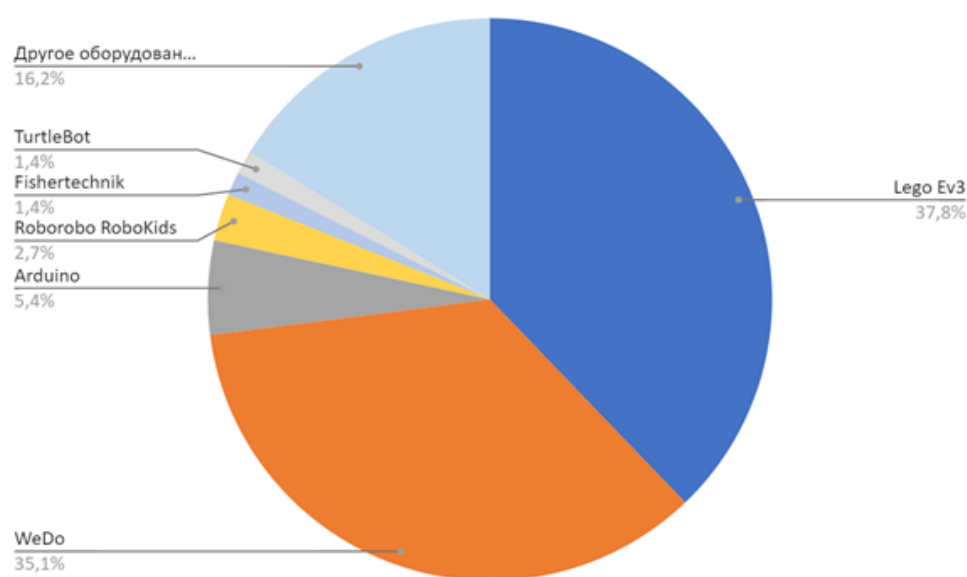


Рисунок 4. Используемое робототехническое оборудование в 1–4 классах

В 5–7 классах сохраняется тенденция преваляирования робототехнических наборов Lego (51,7%) над остальным оборудованием, но в тоже время заметна динамика увеличения использования на занятиях иных комплектов, в частности, Arduino-based наборов (в 17,5% кружков), Амперка (6,2%), VexIQ (5,2%). Большая же популярность наборов Lego Mindstorms EV3 обусловлена его использованием на большинстве соревнований, а также наличием методических рекомендаций по использованию данного набора на занятиях с детьми среднего школьного возраста (рисунок 5).

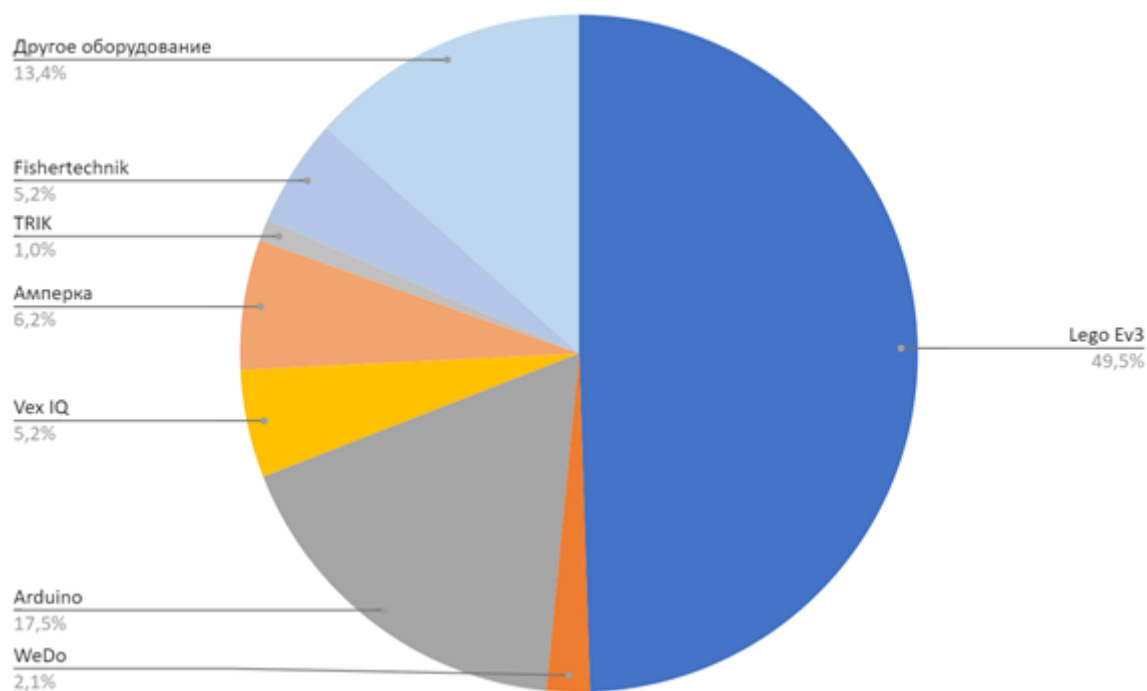


Рисунок 5. Используемое робототехническое оборудование в 5–7 классах

По сравнению с предыдущими возрастными группами учащихся, в 8–9 классах более чем на половину возрастает доля занятий, проводимых на наборах на основе Arduino: до 26,6% от общего числа. В три раза увеличивается использование робототехнических наборов TRIK. Кроме того, наблюдается снижение процента использования наборов FisherTescnik и VexIQ (рисунок 6). Выбор наборов на базе Arduino и наборов TRIK обусловлен переходом учащихся в более старшую возрастную группу на соревнованиях и возможностью участия в Олимпиаде Кругового движения НТИ, Innopolis Open и других. Задачи для этой возрастной группе на соревнованиях требуют более сложного аппаратного исполнения.

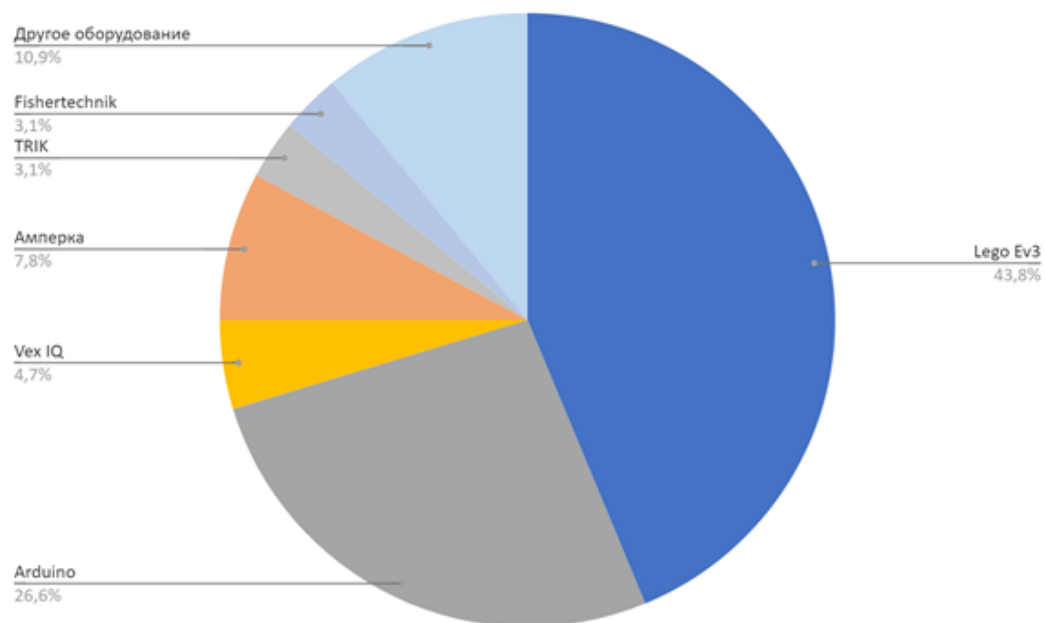


Рисунок 6. Используемое робототехническое оборудование в 8-9 классах

Для занятий в старшей школе (10–11 классы) характерно резкое снижение использования наборов фирмы Lego (до 18,5% от общего числа). В то же время прослеживается тенденция к увеличению доли оборудования на основе Arduino (37%) и Амперка (11,1%). В 2,4 раза, по сравнению с более младшей возрастной группой, увеличивается число занятий на оборудовании TRIK (7,4%), появляются комплекты Robotics Bioloid и другие (рисунок 7).

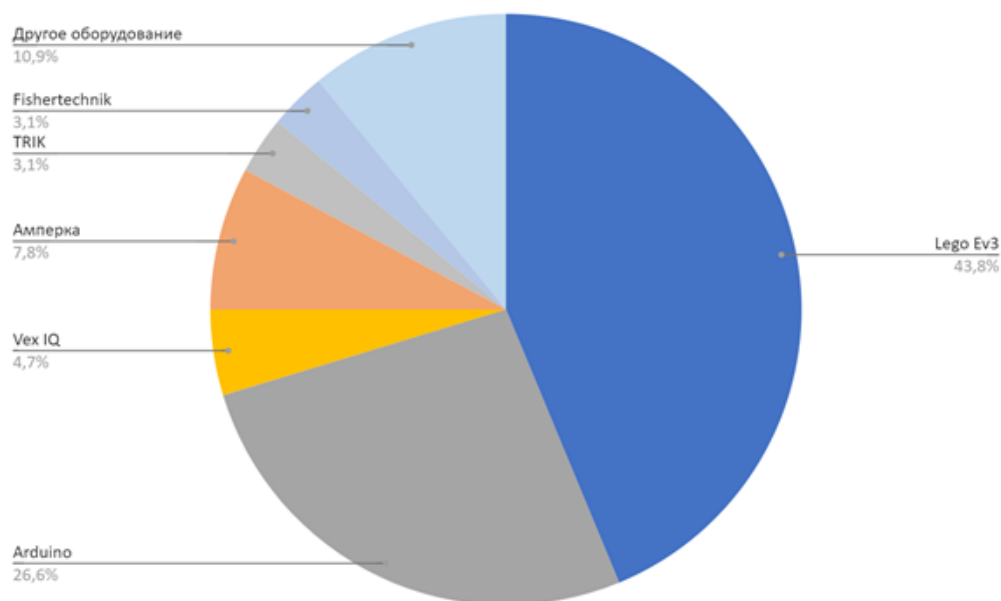


Рисунок 7. Используемое робототехническое оборудование в 10–11 классах

Оценивая результаты опроса, можно заметить, что в сфере дополнительного образования нет единых рекомендаций относительно *необходимых* средств обучения и подготовки к робототехническим соревнованиям. Соответственно, не обеспечены одинаковые для учащихся кружков возможности изучения теоретического материала и его последующего применения на практике в процессе подготовке к соревнованиям.

Отсутствие единой методики оценки робототехнического оборудования не позволяет составить перечень наборов, необходимых для подготовки к соревнованиям детей разных возрастных групп.

Половина всего робототехнического оборудования, используемого в кружках, — это наборы фирмы Lego, которые не обеспечивают достижения всех академических целей робототехники, затрудняют развитие различных видов соревнований в стране, а также ограничивают возможности изучения робототехники в старшей школе.

Две трети опрошенных робототехнических кружков располагают 1–3 видами оборудования, в то время как необходимым считается 4–6 типов комплектов. А есть кружки, в которых преподают робототехнику, вообще не имея робототехнических наборов.

В 37,5% кружков в образовательном процессе используются 3D-принтеры; а 27,5% опрошенных говорят о необходимости их приобретения, что указывает на значимость включения 3D-принтеров в перечень необходимого оборудования для работы кружка.

Значительное количество площадок (37,8%) используют оборудование, по возрастным рекомендациям не подходящее учащимся. Это может говорить как об отсутствии в кружках оборудования для работы с детьми младшего школьного возраста, так и о назревшей необходимости пересмотра возрастных рамок разработчиками.

Стоит принять во внимание, тот факт, что респонденты, задействованные в опросе — активные участники робототехнических соревнований. Однако существуют кружки, которые не используют соревнования в качестве мотивационных и оценочных мероприятий. Основываясь на исследовании, проведенном в Республике Татарстан, мы можем утверждать, что данные кружки испытывают большие сложности с реализацией образовательного процесса по направлению «робототехника».

Результаты опроса по Республике Татарстан показывают динамику увеличения числа занимающихся робототехникой и 3D-моделированием. Всего робототехникой и 3D-моделированием увлекаются приблизительно 3% от всех учащихся общеобразовательных учреждений и учреждений дополнительного образования, что составляет 7310 ребят (рисунок 8). В среднем по Республике на 1 робототехнический набор приходится 2,31 учащихся, занимающихся робототехникой, что можно считать оптимальным для подготовки детей по данному направлению. Но данное значение очень неравномерно по Республике — есть муниципальные районы, где этот показатель превышает 3. Это Алексеевский МР (4,35), Дрожжановский МР (3,375), Лаишевский МР (4,0), Мензелинский МР (5,73). Эти показатели резко снижают эффективность подготовки. Таким образом, в целях предоставления равных возможностей всем обучающимся робототехнике в Республике, есть необходимость увеличения числа робототехнических наборов в муниципальных районах, в которых на 1 набор приходится более 3 учеников.

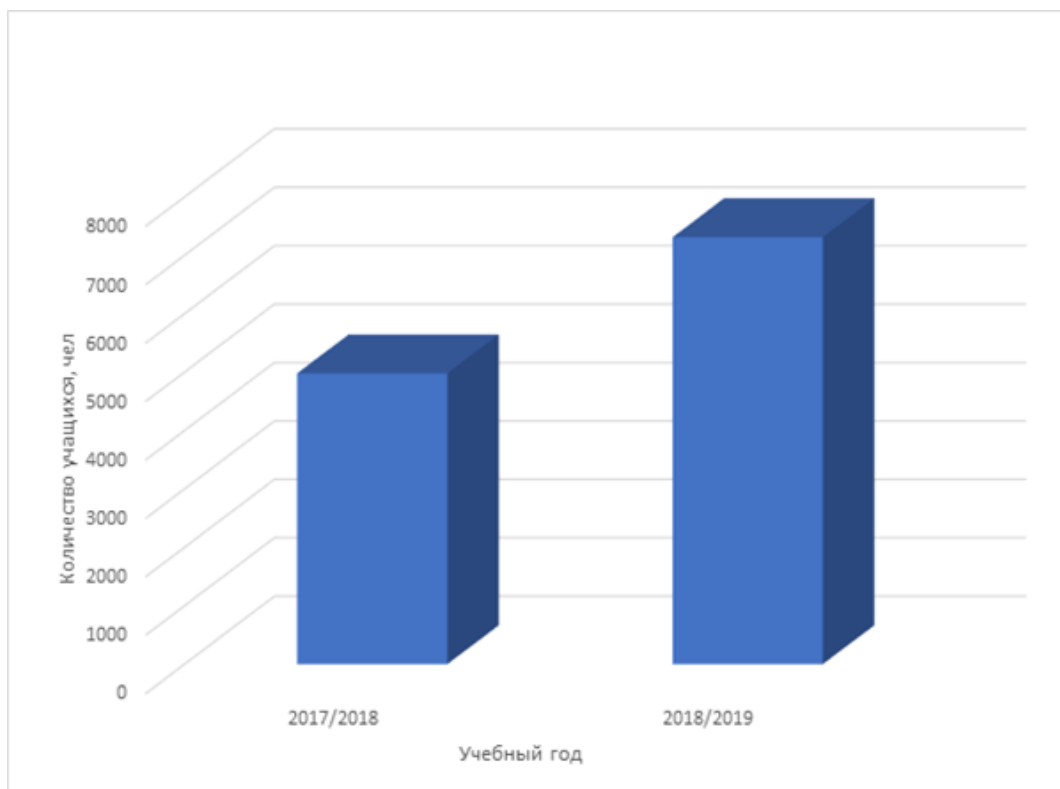


Рисунок 8. Количество учащихся Республики Татарстан, занимающихся робототехникой

Среди применяемых наборов преимущество в использовании принадлежит набору Lego Mindstorms EV3, что составляет 40% от общего числа. Суммарная же доля наборов, выпускаемых фирмой Lego, составляет 55%. (Рисунок 9).

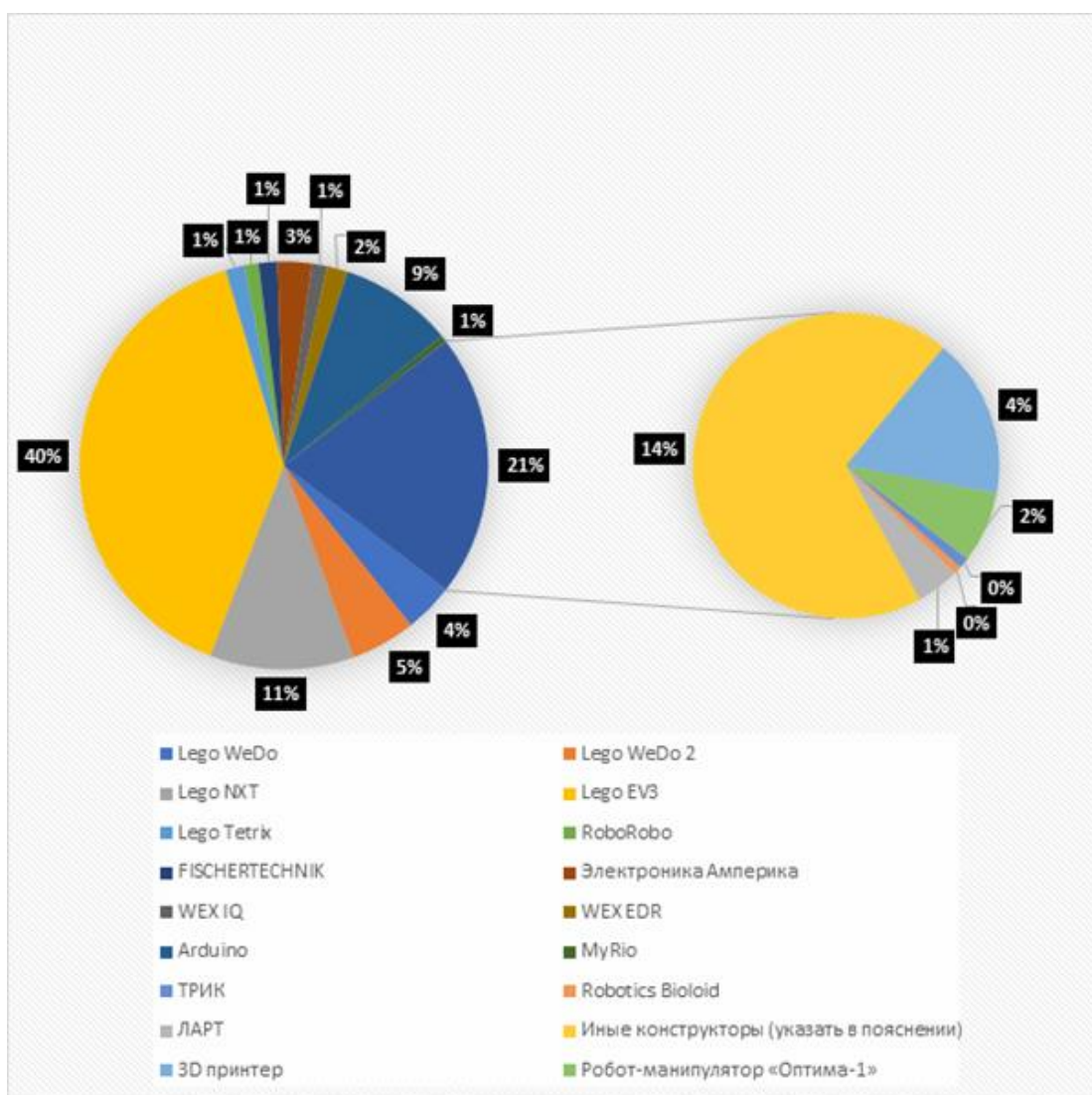


Рисунок 9. Наборы, применяемые в кружках робототехники в Республике Татарстан

Подводя итог, можно сделать следующие выводы. Наличие единой рекомендательной системы по подбору робототехнического оборудования значительно упростит процесс принятия решений о закупках комплектов руководителям кружков, а наставникам позволит ориентироваться в соревновательном пространстве и готовить обучающихся, выстраивая эффективный образовательный процесс от начального до продвинутого уровней.

С этой целью нами разработана система оценки робототехнического оборудования, а также составлен список соревнований, отвечающих требованиям воспроизводства многоуровневого образовательного процесса на основе правил и регламентов.

Следует отметить, что наличие своевременной оценочной методики позволит разработчикам оборудования обратить пристальное внимание на аспекты, требующие

корректировки при применении их продуктов в образовательном процессе, в первую очередь, при разработке методических материалов. Проблема отсутствия качественных методических пособий и разработок по инженерным направлениям для педагогов может быть решена за счет активного включения в процесс подготовки материалов разработчиков и дистрибьюторов оборудования и организаторов олимпиад. С этой целью мы разработали рекомендации по формированию учебно-методических комитетов и формат работы с ними.

Подмена образовательных источников материалами, используемыми для проведения соревнований, лежит в основании проблемы подготовки педагогических кадров для дополнительного образования по направлению «робототехника». Данная проблема особенно актуальна при обучении старшей возрастной группы и продвинутых кружковцев. И хотя этот аспект не включен в проблемное поле исследования, авторы посчитали нужным упомянуть о нем, чтобы дополнить картину проведенного анализа.

Часть 2. Методика оценки оборудования

Таблица 1. Направления и критерии оценки робототехнического оборудования в контексте подготовки учащихся кружков к инженерным соревнованиям

№	Наименование направления	Наименование критерия	Оценка критерия		
			0	1	2
1	Приобретение	Стоимость оборудования	стоимость оборудования завышена (относительно аналогов с подобными характеристиками и функционалом) и/или его приобретение возможно только под специальные проекты / гранты / программы развития	стоимость оборудования позволяет организовать одно рабочее место или готовить одну команду в среднестатистическом региональном учебном заведении. Оборудование слишком дорогое, чтобы покупать/обновлять его каждый год/сезон	стоимость оборудования позволяет организовать рабочий кабинет на несколько команд / участников/рабочих мест почти в любом учебном заведении. Оборудование достаточно дешевое и может быть приобретено или обновлено раз в год/сезон
		Доступность в приобретении	оборудование невозможно приобрести за счет бюджетных средств через систему государственных закупок. Приходится заказывать его из-за границы, получать по специальным программам развития. Приобретение оборудования сопряжено с большими трудностями и возможно раз в несколько лет/сезонов	покупатель может приобрести оборудование только у одного поставщика. Процесс приобретения связан с трудностями в доставке, в сроках поставки (очередь на заказ, долгая доставка из-за границы, долгая комплектация)	оборудование широко распространено: во всех регионах есть несколько поставщиков или крупные продающие сети. Покупатель может выбрать наиболее подходящий ему вариант поставок и продавца

2	Стоимость владения	Стоимость расходных материалов	оборудование не выполняет свою практическую функцию без наличия дополнительных расходных материалов, стоимость которых сопоставима со стоимостью самого оборудования	цена расходников позволяет применять оборудование для выполнения ключевых функций при необходимости, но не позволяет активно экспериментировать. Секция может позволить себе приобретение ограниченного количества расходных материалов раз в год/сезон и далее приходится их экономить и бережно использовать	цена расходников позволяет активно использовать оборудование на каждом занятии, в том числе и для «экспериментов», не опасаясь их перерасхода в случае неудачного выполнения оборудованием своих функций. Или расходники широко распространены и представлены широкой номенклатурой (часто на занятиях можно использовать более дешевые расходники). Или оборудование не предусматривает расходников (содержит их в комплекте поставки) на весь срок эксплуатации до морального или физического устаревания
		Взаимозаменяемость с другим оборудованием	расходники/детали/комплектующие оборудования выполнены по проприетарным стандартам и подходят только для него. Например, специализированные картриджи, фирменные крепежи и разъемы, материал для заготовок только определенной марки/фирмы	оборудование имеет расходники/детали/комплектующие, общие с подобным специализированным оборудованием или с другими моделями от того же производителя (например, специализированные для 3D-принтеров драйверы шаговых моторов, фирменные блоки питания от одного производителя для всех его серий оборудования)	в оборудовании используются унифицированные, широко распространенные расходники/детали/комплектующие. Например, стандартные приводы/электронные модули/сенсоры/крепежи, детали наборов Lego Education совместимы и заменяемы с любым другим набором Lego и т.д.
		Длительность функционирования, при которой решаются поставленные задачи	оборудование с высоким уровнем вероятности выходит из строя уже в течение первого года/сезона при его активном использовании в кружке/секции. Или оно предполагает	оборудование способно выполнять свою функцию в течение одного-двух лет/сезонов при активном его использовании в кружке/секции. Или оборудование позволяет подготовить один-два образовательных проекта, далее	оборудование способно выполнять свою функцию в течение нескольких лет/сезонов при его активном использовании в кружке/секции. Или на оборудовании можно подготовить

			однократное применение в образовательных проектах	оно с большой вероятностью выйдет из строя или перестанет выполнять образовательную функцию	множество образовательных проектов без его выхода из строя
	Вандалоустойчивость	оборудование может перестать функционировать при использовании штатных команд/операций. Или достаточно бытового неаккуратного взаимодействия с оборудованием (падения с высоты стола или из рук ребенка, разряда статического электричества, усилий ребенка для соединения / разъединения деталей)	возможен выход из строя оборудования при совпадении нескольких предельных параметров работы или длительной работе на предельных условиях (например, одновременное включение всех приводов на максимальную мощность выводит из строя систему питания)	для вывода оборудования из строя необходимо выполнить нестандартные операции, превысить допустимые параметры взаимодействия с ним (усилия, нагрузки, температуры, напряжения). Оборудование способно работать в секции в течение нескольких лет/сезонов без значительного ухудшения своей функциональности	
	Уровень поддержки	После выпуска оборудования к нему не выходят (или выходят со значительным опозданием, более нескольких месяцев) даже критические обновления прошивок и программного обеспечения. О проблемах и недостатках в оборудовании известно (например, озвучено на форумах), но разработчик не может их оперативно исправить. Поддержка пользователей отсутствует в России или производится в течение очень длительного времени, превышающего срок подготовки проекта или участия в соревнованиях.	На оборудование выходят (или планируются к выпуску) обновления прошивок, программного обеспечения, достаточные для исправления критических ошибок и поддержания функционирования. Поддержка пользователей присутствует в одном или нескольких регионах/центрах, позволяет получить консультации по электронной почте.	На оборудование регулярно и в течение долгого времени выходят (или планируются к выпуску) обновления прошивок, программного обеспечения, адаптация к новым инструментам разработки (языкам программирования, библиотекам и т.д.). Поддержка пользователей доступна в большинстве регионов, позволяет получить консультацию по электронной почте или телефону. Поддержка охватывает техническую документацию, инструкции по наладке и использованию оборудования.	

3	Уровень обслуживания	Сервис обслуживания	сервисное обслуживание отсутствует в России или производится в течение очень длительного времени, превышающего срок подготовки проекта или участия в соревнованиях	сервисное обслуживание присутствует в одном или нескольких регионах/центрах, позволяет произвести ремонт/обслуживание или замену неисправных деталей в течение нескольких недель	сервисное обслуживание доступно в большинстве регионов, позволяет произвести ремонт/обслуживание или замену неисправных узлов и модулей в течение короткого периода времени, достаточного для оперативного продолжения занятий без серьезных пауз
		Доступность ремонта	специализированный ремонт от производителя недоступен в России. Самостоятельный ремонт затруднен отсутствием проприетарного инструмента или документации	специализированный ремонт от производителя доступен только в одном или нескольких центрах. Самостоятельный ремонт возможен, но требует специализированного оборудования (паяльных станций, измерительной аппаратуры), редко присутствующего в секциях	специализированный ремонт от производителя доступен в каждом регионе (во множестве центров), или оборудование возможно починить самостоятельно в большинстве секций технического творчества
		Цена ремонта	стоимость даже текущего ремонта составляет значительную часть от стоимости самого оборудования	большинство региональных секций могут позволить себе текущий ремонт оборудования, но не капитальный	текущий ремонт дешев или возможен для выполнения самостоятельно. Капитальный ремонт дешев относительно стоимости оборудования и доступен для большинства региональных секций
4	Методическая ценность	Применимость при подготовке к инженерным соревнованиям	оборудование плохо подходит для обучения компетенциям, важным при подготовке к инженерным соревнованиям (даже если оно хорошо подходит для обучения другим компетенциям)	оборудование подходит для обучения детей одного возраста различным техническим компетенциям (важным при подготовке к инженерным соревнованиям), близко связанным друг с другом. Например, оборудование подходит для обучения только электронике, но не механике/программированию	оборудование подходит для обучения детей разных возрастов множеству различных технических компетенций, требуемых в большом числе инженерных конкурсов и соревнований. Оборудование позволяет развивать компетенции, связанные со школьной программой по нескольким предметам или по

					одному предмету в течение нескольких лет обучения
		Где участвовать (количество соревнований)	оборудование подходит для одного или нескольких специализированных соревнований/конкурсов	оборудование подходит для ограниченного количества соревнований/конкурсов, обусловленного его спецификой (например, подходит для определенного возраста). Или в России проводится ограниченное количество соревнований, подходящих под специфику оборудования (например, специализированное оборудование для конкурса космических аппаратов)	оборудование подходит для множества соревнований с открытой платформой. В России проводится большое количество подходящих соревнований
		Обеспеченность методическими материалами	методики на русском языке отсутствуют	присутствуют методики от производителя или от одного/нескольких преподавателей/центров. Методики закрыты (например, доступны при приобретении оборудования или покупке курса)	методики широко распространены. Существует множество доступных и открытых методик как от производителя, так и от сообщества
		Распространенность среди преподавателей	оборудование не имеет документации на русском языке, ни от производителя, ни от сообщества. Или это профессиональное оборудование, не использовавшееся ранее в образовательной среде. Или оно новое и еще не получило распространения в образовательной среде	оборудование применяется несколькими преподавателями или центрами, имеет техническую документацию от разработчика, но не от сообщества	оборудование широко распространено в образовательной среде, многие преподаватели уже подготовили собственные методики проведения занятий на нем

		Взаимодействие с другим оборудованием	оборудование подразумевает закрытую проприетарную среду: дополнительные детали и модули не сопрягаются с оборудованием стандартными (предусмотренными разработчиком) способами. Для этого требуется изменять конструкцию/программное обеспечение оборудования	оборудование может взаимодействовать с другими модулями и деталями. Производитель предоставляет стандартные интерфейсы взаимодействия с другим оборудованием. Но процесс сопряжения плохо документирован и требует глубокого изучения, а список подходящего (протестированного) внешнего оборудования сильно ограничен. Например, Lego EV3 работает с ограниченным числом Web-камер по USB, а интерфейсы используют протоколы с измененной скоростью передачи данных	оборудование содержит стандартные, широко распространенные интерфейсы связи. Программно передача данных по этим интерфейсам происходит с использованием стандартных команд, предоставленных разработчиком. Для механического сопряжения со сторонними деталями производитель открыто описал размеры контактных площадок и узлов
--	--	--	--	---	--

Часть 3. Оборудование и соревнования

Перечень соревнований

Перечень робототехнических соревнований, составленный для оценки оборудования, опирается на список, используемый в Конкурсе «Талант 20.35» по компетенции «Программная робототехника»² и экспертной оценки сотрудников Университета Иннополис. Навыки и умения участников оцениваются по трем компонентам, ключевым для робототехнической сферы: программирование, конструирование и электроника. Предполагается, что разные соревнования могут быть ориентированы на разные интересы участников.

Каждая компонента, в свою очередь, раскладывается на уровни от 0 до 6. Нулевой уровень означает, что для победы в данном соревновании от участников не требуется разрабатывать и создавать программы/конструкции роботов электрические схемы – их предоставляют организаторы. Тогда как самый высокий шестой уровень предполагает, что победители соревнования самостоятельно создадут программы/разработают модели деталей и конструкцию роботов/рассчитают несколько видов схем. Предполагается, что участники соревнования освоят современные способы проектирования по направлениям программирования, конструирования и/или электроники.

1. Олимпиада КД НТИ

- 1.1. Интеллектуальные робототехнические системы
- 1.2. Летательная робототехника
- 1.3. Автономные транспортные системы
- 1.4. Технологии беспроводной связи
- 1.5. Инженерия космических систем
- 1.6. Аэрокосмические системы
- 1.7. Водные робототехнические системы
- 1.8. Надводные роботизированные аппараты
- 1.9. Нейротехнологии и когнитивные науки

2. Innopolis Open Robotics

- 2.1. Манипуляционные интеллектуальные робототехнические системы
- 2.2. Мобильные интеллектуальные робототехнические системы

² Перечень мероприятий по направлению «Программная робототехника»: <https://talent2035.nti-contest.ru/robotics>.

- 2.3. Интеллектуальные беспилотные автомобили
- 2.4. Интеллектуальные автономные необитаемые подводные аппараты
- 2.5. Интеллектуальные беспилотные летательные аппараты
- 3. World Robot Olympiad
 - 3.1. Основная категория
 - 3.2. Футбол роботов
 - 3.3. Advanced Robotics Challenge
 - 3.4. Future Engineers
- 4. WorldSkills
 - 4.1. Мобильная робототехника
- 5. RoboCupJunior
 - 5.1. Футбол
 - 5.2. Лига спасательных роботов (Line и Maze)
- 6. Eurobot Junior
- 7. Кубок РТК
 - 7.1. Кубок РТК Мини
- 8. Робофинист
 - 8.1. Движение по линии
 - 8.2. Большое путешествие
 - 8.3. Эстафета
- 9. Робофест
 - 9.1. AutoNet 14+
 - 9.2. EcoNet 14+
 - 9.3. Аэронет
 - 9.4. VEX ROBOTICS COMPETITION TOWER TAKEOVER
 - 9.5. VEX IQ Challenge
 - 9.6. ИКаР
- 10. Международный конкурс детских инженерных команд «Кванториада»

Список оборудования

В январе 2021 г. планируется издание сборника методических рекомендаций для наставников и руководителей робототехнических кружков по приобретению и применению оборудования на основе тестирования по предложенной методике оборудования,

представленного в таблице 2. Тестирование проводилось сотрудниками Университета Иннополис.

Таблица 2. Протестированное оборудование

	Наименование оборудования	Разработчик/официальный дистрибьютер	Сайт
1	Образовательный комплекс «Беспроводные технологии связи»	ИнСитиЛаб	http://insitulab.pro/
2	Комплекс для изучения Robot Operating System на основе TurtleBro	Братья Вольт	http://turtlebro.ru/
3	Набор «Юный нейромоделист»	BiTronics Lab	https://bitronicslab.com/
4	Геоскан «Пионер»	Геоскан	https://www.geoscan.aero/ru
5	Набор «Динамика» ЙоТик M1	MGBot	https://mgbot.ru/
6	Кибернетический конструктор TRIK	КиберТех	https://trikset.com/
7	Набор Амперка «Драгстер»	Амперка	https://amperka.ru/
8	Lego Mindstorms EV3	LEGO Education Russia	https://education.lego.com/ru-ru/
9	Образовательный робототехнический конструктор VEX IQ	ТЕХНОЛАБ	http://examen-technolab.ru/
10	Металлический образовательный робототехнический конструктор VEX EDR	ТЕХНОЛАБ	http://examen-technolab.ru/
11	Набор для сборки и программирования квадрокоптеров Clever 4	Коптер Экспресс	https://ru.coex.tech/clover

Заключение

Представленная методика оценки робототехнического оборудования в контексте подготовки школьников к инженерным соревнованиям может стать полезным инструментом для руководителей и наставников кружков. Методика позволит

сбалансировать технологическую обеспеченность кружков вне зависимости от типа кружка (например, кванториум или кружок при школе), его расположения (регион) и контингента (возраст школьников). Кроме того, применение методики повысит интерес к робототехническим соревнованиям, что в целом будет способствовать развитию и популяризации направления робототехники в стране.

Проведенный в отчете анализ по использованию робототехнического оборудования для участия в инженерных соревнованиях является уникальным и определяет основной тренд для организации технологических кружков и занятий. Инженерные соревнования позволяют перевести профессиональные требования к компетенциям в образовательную сферу, причем эффективная работа наставников во многом определяется тем, на каком оборудовании ведется работа и насколько это оборудование обеспечено методическими материалами. В 2021 г. на основе представленной методологии Инфраструктурным центром совместно с Университетом Иннополис будет изданы результаты комплексного обследования робототехнического оборудования (включая тестирование), что позволит руководству образовательных организаций более эффективно осуществить обеспечение образовательных программ по робототехнике.