

УДК 621.77:669.14.018.27

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТОТЕХНИКИ ПРИ НЕПРЕРЫВНОЙ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ В СИСТЕМЕ «ШКОЛА – ВУЗ – ПРЕДПРИЯТИЕ»

¹Безрукова В.П., ¹Злобина Э.В., ²Петров Д.Ю.

¹МАОУ «Лицей математики и информатики», Саратов, e-mail: shlmi@mail.ru;

²ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина», Саратов, e-mail: iac_sstu@mail.ru

В статье обобщен опыт создания в Саратовской области методической и материально-технической базы по робототехнике для непрерывной подготовки инженерных кадров в системе «школа – вуз – предприятие». Такой подход способствует перспективному развитию промышленности в России за счет создания кадрового резерва молодых высококвалифицированных и мотивированных специалистов. Робототехническое направление органично вписывается в преподавание информатики, физики и математики в рамках школьной программы, а также может быть использовано в дополнительном образовании. Опыт показал, что школьники, занимающиеся робототехникой, впоследствии становятся высокомотивированными абитуриентами. Обучаясь в университете, они продолжают совершенствовать свой творческий потенциал, участвуя в студенческих робототехнических соревнованиях, и становятся высококвалифицированными и компетентными техническими специалистами. В статье показана возможность применения робототехники для расширения возможностей преподавания информатики, физики и математики в школе.

Ключевые слова: робототехника, информатика, физика, математика, одаренность, программирование, дополнительное образование

APPLICATION OF ROBOTICS IN THE CONTINUOUS TRAINING OF ENGINEERING PERSONNEL IN THE SYSTEM OF «SCHOOL – HIGH SCHOOL – ENTERPRISE»

¹Bezrukova V.P., ¹Zlobina E.V., ²Petrov D.Yu.

¹Lyceum of Mathematics and Computer Science, Saratov, e-mail: shlmi@mail.ru;

²Saratov State Technical University after Yu.A. Gagarin, Saratov, e-mail: iac_sstu@mail.ru

The article summarizes the experience of creating methodological and logistical base in robotics for continuous training of engineers in the «school-university-enterprise» system in Saratov region. This approach contributes to long-term development of industry in Russia by creating a personnel reserve of highly qualified and motivated young specialists. Robotics fits into the teaching of computer science, physics, mathematics in the school curriculum and supplementary education. Our joint experience has shown that students involved in robotics consequently become highly motivated applicants. While studying at the university, they continue to improve their creativity by participating in student robotics competitions, and become highly skilled and competent technicians. The article shows the possibility of applying robotics in expanding the ways and methods of teaching computer science, physics and mathematics at school.

Keywords: robotics, computer science, physics, mathematics, talent, programming, supplementary education

Перспективное развитие промышленности в России требует постоянного притока квалифицированного технического инженерного персонала. Подготовка таких специалистов ведется на базе как средних, так и высших технических учебных заведений. За последние пять лет значительно улучшилась материально-техническая база колледжей и университетов, в результате чего промышленность получает квалифицированные кадры. Однако технические учебные заведения испытывают недостаток высокомотивированных абитуриентов. Проблема во многом состоит в нежелании абитуриентов сдавать ЕГЭ по таким дисциплинам, как физика и информатика, результаты которых являются обязательными для поступления в технические учебные заведения. Это нежелание вызвано низким уровнем подготовки и мотивации школьни-

ков. Саратовская область имеет хорошие наработки решения этой проблемы на основе непрерывной подготовки инженерных кадров «школа – вуз – предприятие».

Робототехника в вузах и на предприятиях

Основными потребителями абитуриентов Саратовской области подготовки бакалавров и специалистов по техническим направлениям являются Саратовский государственный технический университет (СГТУ) имени Ю.А. Гагарина, Саратовский государственный университет (СГУ) имени Н.Г. Чернышевского, а также профильные университеты Москвы и Санкт-Петербурга.

Для повышения качества подготовки молодых специалистов в вузах и более полного удовлетворения потребностей региона в Саратовской области развивается

непрерывная подготовка «школа – вуз – предприятие». Эта подготовка основана на ранней профориентации школьников за счет участия в соревновательной и проектной деятельности по робототехнике и вовлечения предприятий в этот процесс через организацию Центров молодежного инновационного творчества (ЦМИТ). В области функционируют 10 ЦМИТ, половина из которых организована на базе промышленных предприятий. Уже сегодня эти предприятия, обучая старшеклассников в ЦМИТ, формируют свой кадровый резерв молодых высококвалифицированных и мотивированных специалистов.

Областной ресурсный центр программы «Робототехника» при СГТУ имени Ю.А. Гагарина ежегодно проводит региональные отборочные соревнования: ИКАР, ИКАРЁНОК, FIRST LEGO League, FIRST Tech Challenge, AutoNet, основная категория World Robot Olympiad (WRO). Свободную категорию WRO Уровень № 1: «Первый шаг в робототехнику» проводит «Саратовский областной институт развития образования». Подготовка школьных команд к соревнованиям проходит во 2-й и 3-й четверти. В 1-й и 4-й четверти школьники заняты проектной деятельностью. Подготовка школьных команд осуществляется в рамках уроков технологии и информатики, а также при внеурочном дополнительном образовании в школах, на станции юных техников, в ЦМИТ, в кружках по робототехнике учреждений дополнительного образования области и др.

Большую поддержку в материально-техническом обеспечении команд конструкторами Lego оказывает компания ООО «Стандарт», которая является официальным дистрибьютором компании LEGO EDUCATION в России, Казахстане и Белоруссии. На сайте компании [6] представлено большое количество информационных материалов и обзоров по робототехнике, позволяющих ускорить внедрение робототехники в учебный процесс.

Министерство Саратовской области активно способствует изучению робототехники в школах, в том числе награждая лучшие классы каждого района области конструкторами Wedo и EV3. Активно в робототехнической деятельности участвуют школы г. Саратова и г. Энгельса, а также Воскресенского, Лысогорского, Петровского, Перелюбского и других районов Саратовской области.

Большой вклад в развитие «школьной» робототехники вносят доценты СГТУ имени Ю.А. Гагарина Н.В. Беспалова, А.Н. Журавлев, П.А. Трефилов, преподаватель ЦМИТ «Центрит» Е.А. Синельников и др. Важными этапами развития школьной робототехники в Саратовской области стали:

1. Проведение в 2010 году в МОУ «Гимназия № 4» (г. Саратов) соревнований по робототехнике [6].

2. Организация в 2014 году областным правительством при поддержке СГТУ на базе Физико-технического лицея (г. Саратов) ЦМИТ «Центрит».

3. Систематическое обучение начиная с 2015 года по инициативе директора Л.А. Ревуцкой, робототехнике в 2–3 классах и 6–7 классах в МАОУ «Лицей математики и информатики» (г. Саратов).

Информатика в робототехнике

В Лицее математики и информатики (ЛМИ) г. Саратова одним из методических решений, позволяющих более интенсивно осваивать информатику и формировать ключевые компетенции учащихся, является использование конструкторов Lego Mindstorms Education EV3 и Lego WeDo на уроках информатики, физики, математики и во внеурочной деятельности. Изучение основ робототехники позволяет сформировать предпосылки к последующему успешному изучению языков программирования, а также дает возможность усвоить понятия информатики, такие как «алгоритм», «данные», «структуры данных» и т.п.

Материальная база для участия в соревнованиях

№ п/п	Название	Возраст соревнований		
		6–9	10–14	14–18
1	ИКАР	LEGO WeDo, HUNA	FischerTechnik, LEGO EV3	FischerTechnik, LEGO EV3, Arduino
2	FIRST	LEGO WeDo	LEGO EV3	TETRIX, Arduino
3	WRO	LEGO EV3	LEGO EV3	LEGO EV3
4	AutoNet	Свободные конструкции	Свободные конструкции	Arduino, Свободные конструкции

Среда программирования конструкторов Lego позволяет визуальными средствами конструировать программы для роботов, т.е. учащиеся могут буквально «потрогать руками» абстрактные понятия информатики, такие как «команда», «система команд исполнителя», «алгоритм» и «виды алгоритмов», «программа для исполнителя», воплощенные в поведении созданного ими материального объекта [5]. Конструирование роботов при этом остается за рамками урока информатики: учащиеся только программируют различное поведение уже собранных роботов, оснащенных необходимыми датчиками и приборами. Это позволяет сконцентрировать внимание учащихся именно на вопросах обработки информации исполнителями. Конструкторы используются при изучении тем: «Моделирование», «Программирование» и «Алгоритмизация и исполнители», «Алгоритмизация и программирование», «Хранение, обработка и передача информации», «Преобразование информации». Следует учитывать, что первоначальное освоение Lego-конструкторов требует наличия готовых шаблонов [10]. При отсутствии у многих учащихся практического опыта необходим первый этап обучения, на котором происходит знакомство с различными видами соединения деталей, вырабатывается умение читать чертежи и взаимодействовать друг с другом в единой команде. В дальнейшем, однако, учащиеся могут отклоняться от инструкций, «включая» собственную фантазию, которая позволит им создавать совершенно новые модели. Недостаток знаний для изготовления собственной модели при этом компенсируется возрастающей активностью и любознательностью учащегося, что выводит обучение на новый продуктивный уровень [1].

Внеурочная деятельность ЛМИ по робототехнике включает в себя:

1. Анализ задачи, поиск творческих альтернативных решений.
2. Разработку решений, выбор лучших из них, построение модели, тестирование и оценку работы модели.
3. Мозговой штурм с целью определения лучшего альтернативного решения.
4. Обучение общению, совместной реализации идей и коллективной работе.
5. Практический опыт работы с датчиками, моторами и контроллером EV3.

Предусмотрена и проектная деятельность, которая состоит из следующих этапов:

1. Анализ идеи.
2. Адаптация ее к возможностям Lego.
3. Разработка механической системы.
4. Разработка виртуальной модели.
5. Разработка программы.

6. Корректировка программы по результатам испытаний.

7. Подготовка инженерной книги с описанием шагов разработки в виде презентации.

8. Участие в соревнованиях, выработка стратегий и распределение обязанностей среди участников команды.

Работая над проектами, учащиеся применяют и закрепляют знания по математике, физике, программированию, полученные на уроках в школе, а также формируют новые умения для создания робототехнических систем. Ученики тестируют свои системы, собирают данные и используют полученные данные для оптимизации систем и их усовершенствования. Подробное описание проекта «Стиральная машина Lego» приведено в работе [8].

Физика в робототехнике

Знакомство младших школьников с законами физики в ЛМИ происходит в интерактивной форме в процессе разработки различных робототехнических конструкций. Описанный ниже проект разработан для того, чтобы показать, что ограничение конструктора Lego Wedo, ввиду малого количества подключаемых к адаптеру элементов (всего два), не может послужить ограничением для создания интересных проектов на его базе. За основу взята стопоходящая машина П.Л. Чебышева. Увеличение размера центральной балки влияет на поперечную устойчивость модели. Поэтому для сохранения устойчивого положения требуется задавать определенный темп движения. Изначально проект был разработан в LEGO Digital Designer – программе, которая позволяет создавать 3D модели из конструкторов Lego (рис. 1). Она удобна тем, что в условиях дефицита комплектов конструкторов можно заниматься конструированием на обычном персональном компьютере, а уже позже приступать к физической реализации проекта.

Проект можно запрограммировать в стандартной среде программирования Lego Wedo. Для программирования движения робота была использована среда программирования Scratch [7], так как ученики младших классов знакомы с ней по урокам информатики рис. 1. Онлайн версия Scratch может быть использована для программирования контроллеров NXT и EV3.

Прикладная математика в робототехнике

Для конструктора Lego Education EV3, в отличие от математики, разработаны методические материалы по информатике и физике. При подготовке команды ЛМИ

для участия в соревнованиях FIRST LEGO League 2015 возникла необходимость построить и исследовать математическую модель траектории полета мяча. По условиям конкурса роботу не-

обходимо остановиться на расстоянии не менее 38 см от ворот и забросить шарик в створ, защищенный барьером высотой 4 см, расположенный на расстоянии 15 см от ворот (рис. 2).

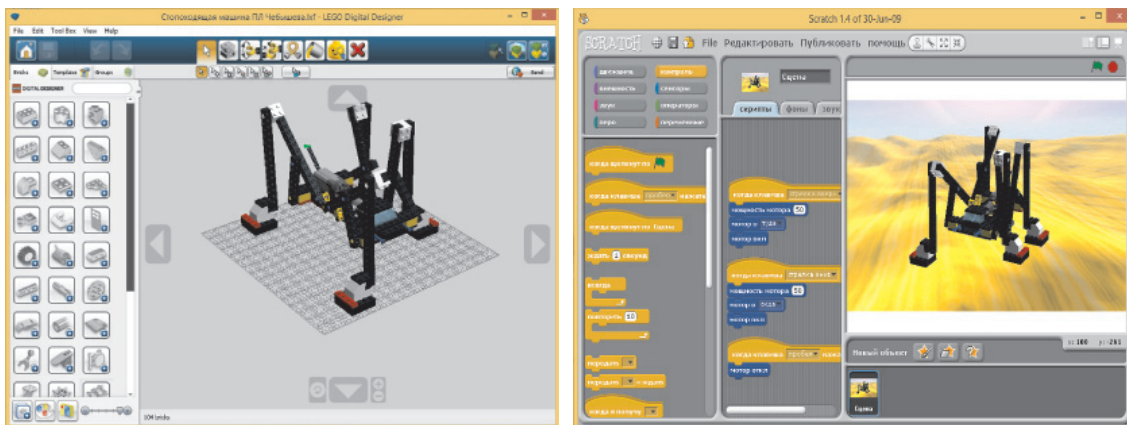


Рис. 1. Изображение машины П.Л. Чебышева LEGO Digital Designer и программа управления, разработанная в Scratch

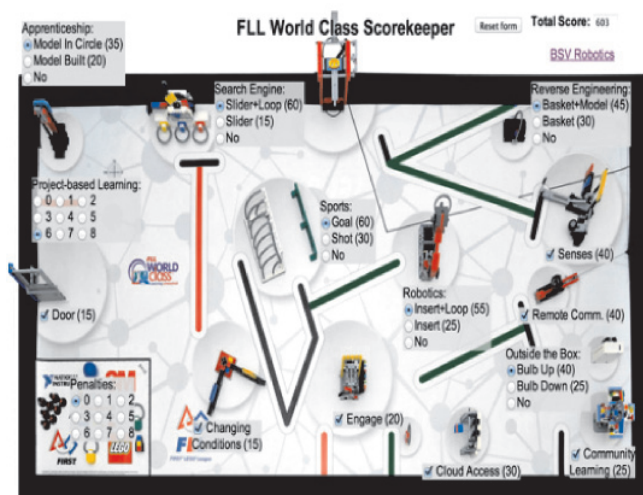
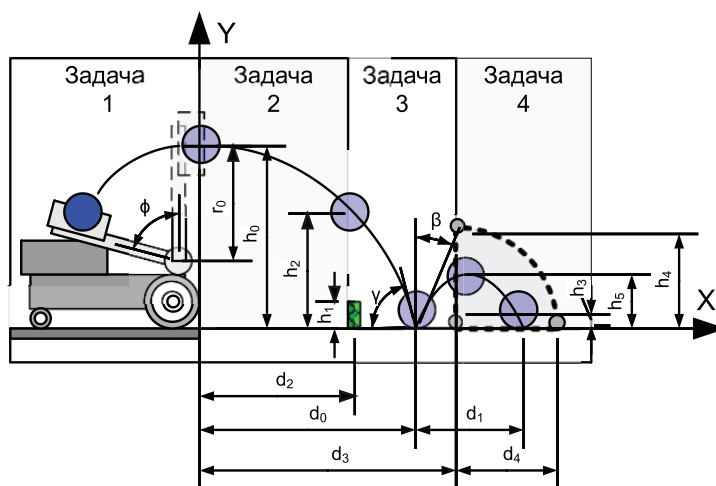


Рис. 2. Схема решения задачи и общий вид поля FLL

Для построения математической модели необходимо учитывать различные факторы, влияющие на траекторию полета шарика: масса шарика, строение катапульты робота, угол падения и отражения шарика, физические свойства взаимодействующих объектов. Так же необходимо рассмотреть силы, действующие на мяч во время свободного полета и отскока, записать второй закон Ньютона и вывести уравнение движения мяча, в зависимости от фаз движения, построить траекторию движения его центра масс, исследовать, каким должен быть оптимальный угол броска, а также определить длину плеча катапульты, угол её разворота, определить мощность мотора.

Решение включает в себя последовательное решение четырех задач:

1. Расчет по периоду вращения T и длине плеча r катапульты начальной скорости полета мяча V_{0x} . Период вращения большого мотора Lego EV3 определяется, исходя из мощности мотора P , в результате проведения экспериментов с использованием среды журналирования данных EV3.

2. Определение по начальной скорости полета мяча V_{0x} траектории полета, дальности d_0 и угла γ его падения на основе начальных знаний тригонометрии. При этом высота траектории h_2 должна удовлетворять неравенству $h_1 < h_2$, а дальность полета d_0 удовлетворять неравенству $d_2 < d_0 < d_3$.

3. Нахождение угла β отскока мяча и потерь кинетической энергии (скорости) на основе начальных знаний о сложении векторов.

4. Расчет траектории полета мяча и дальности d_1 на основе начальных знаний тригонометрии при ограничениях: высота траектории h_5 должна удовлетворять неравенству $h_3 < h_5 < h_4$ и дальность полета d_1 неравенству $d_3 < d_0 + d_1 < d_3 + d_4$.

Результаты расчетов показали, что для успешного бросания мяча массой $M = 12,23\text{--}13,81$ г необходимо сделать плечо катапульты длиной 15 см и задать мощность двигателя EV3 73% при перемещении с 15 до 90 градусов.

Одним из наиболее действенных методов математического познания окружающего мира является *метод построения математических моделей* изучаемых реальных объектов или объектов, уже описанных в других областях знаний, с целью их детального изучения и решения возникающих задач с помощью математического аппарата. Подготовка к соревнованиям FIRST LEGO League является системной работой по пропедевтике математических знаний на фоне метапредметных результатов.

Выявление одаренности учащихся

Робототехника обладает огромным потенциалом для всестороннего развития личности, а значит, и для выявления одаренных учащихся, так как здесь реализуются межпредметные связи. Несмотря на высокую популярность профессий, связанных с применением вычислительной техники, проблеме выявления одаренных учащихся в области информационных технологий мало уделяется внимания. Недостаточно разработаны методы диагностики способностей, например, к программированию, а также вопросы мотивации и дальнейшего развития таких учащихся [1]. В большинстве случаев для таких учащихся по-прежнему используются традиционные тесты интеллекта или же методики, направленные на диагностику математических способностей.

Одаренные учащиеся требуют особого подхода, разнообразных способов и методов работы с ними. В силу своих особенностей они очень уязвимы, поэтому важно максимально способствовать развитию их интеллекта, создавая вокруг них атмосферу заинтересованности и доброжелательного отношения. Одаренные учащиеся отличаются высоким интеллектуальным развитием, любознательностью, оригинальностью и гибкостью мышления, отличной памятью. Можно сказать, что главным мотивом изучения информатики такими учащимися является познавательный мотив, который успешно реализуется на примере программ по робототехнике.

В традиционных программах обучения приобретение знаний, навыков и умений, развитие когнитивной сферы, как правило, оттесняет на второй план проблемы развития креативности и коммуникативных способностей. Подобный подход недопустим при обучении одаренных учащихся, поскольку он может усиливать диссинхронию в их психическом развитии [4]. В результате этого некоторые интеллектуально одаренные учащиеся оказываются слабоуспевающими, а их особые возможности и потребности – невостребованными. У них теряется учебная мотивация. Весьма серьезна проблема, связанная с так называемой «скрытой одаренностью». «Скрытой» называется такая одаренность, которая не проявляется в высокой школьной успеваемости или каких-либо других явных достижениях учащегося и не является очевидной для тех, кто его окружает, – семьи, учителей, сверстников. Более того, учащиеся, обладающие такого рода одаренностью, часто бывают просто неуспевающими.

Значительную роль в выявлении и повышении мотивации одаренных учащихся играет олимпиадное движение, активно поддерживаемое Правительством области и Министерством образования и науки РФ. Такие учащиеся после обучения в вузах и участия во всероссийских и международных соревнованиях становятся мотивированными и квалифицированными специалистами. Более 12 лет руководит подготовкой студентов к международному чемпионату по программированию декан факультета компьютерных наук и информационных технологий, к.ф.-м.н. А.Г. Федорова в центре олимпиадной подготовки программистов им. Н.Л. Андреевой СГУ им. Н.Г. Чернышевского. В результате 6 раз студенты становились финалистами и в 2006 году стали чемпионами мира по программированию [9].

В СГТУ имени Ю.А. Гагарина ежегодно с 2009 года под руководством директора Института электронной техники и машиностроения, д.т.н., профессора М.Б. Бровковой студенческие команды результативно участвуют во всероссийских и международных соревнованиях [2]:

1. Всероссийский робототехнический фестиваль.
2. Международный конкурс Microsoft Imagine Cup.
3. Всероссийские соревнования «Робокросс».
4. Международные соревнования «ABU ROBOCON».
5. Межрегиональные соревнования по промышленной автоматизации и робототехнике.

Для реализации своих инновационных разработок в робототехнике студенты Саратовской области активно участвуют в конкурсах «УМНИК» и «Старт» фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Заключение

В последние годы в Саратовской области сложилась хорошая методическая и материально-техническая база по робототехнике для непрерывной подготовки инженерных кадров в системе «школа – вуз – предприятие». Это способствует пер-

спективному развитию промышленности в России за счет создания кадрового резерва молодых высококвалифицированных и мотивированных специалистов. Робототехника органично вписывается в преподавание информатики, физики и математики в рамках школьной программы, а также в дополнительное образование. Опыт показал, что школьники занимающиеся робототехникой, впоследствии становятся высокомотивированными абитуриентами. Обучаясь в университете, они продолжают совершенствовать свой творческий потенциал, участвуя в студенческих робототехнических соревнованиях, и становятся высококвалифицированными и компетентными техническими специалистами.

Список литературы

1. Безрукова В.П. Робототехника один из способов мотивации и развития одаренности в области информатики / В.П. Безрукова, А.Г. Федорова // VII Всероссийская (с международ. участием) науч.-практич. конф. «Информационные технологии в образовании» «ИТО-Саратов-2015» 2–3 ноября 2015 г. – Саратов, 2015. – С. 23–27.
2. Большаков А.А. Образовательная среда управления жизненным циклом мобильных роботов / А.А. Большаков, Д.Ю. Петров // Вестник АГТУ. – 2012. – № 2. – С. 20–26.
3. Газета «За инженерные кадры» [Электронный ресурс]. Инженеры лучше всех! Впереди нас ждет успех! – Режим доступа: <http://www.sstu.ru/files/content/docs/2354.pdf> (дата обращения: 10.12.15).
4. Куулар Д.О. Феномен одаренности в контексте подготовки школьников по информатике и информационно-коммуникационным технологиям // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=12166> (дата обращения: 10.12.15).
5. Петрина А.М. Робототехника: настоящее и будущее // Научно-техническая информация, 2008. – № 3. – С. 10–16.
6. Сайт компании «Стандарт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://educube.ru/news/> (дата обращения: 10.12.15).
7. Сайт по робототехнике [Электронный ресурс]. Lego WeDo and Scratch – Режим доступа: <http://discuss-learn.media.mit.edu/t/play-activities/908/42> (дата обращения: 10.12.15).
8. Сайт проекта [Электронный ресурс]. Стиральная машина Lego. – Режим доступа: <http://www.legowasher.esy.es> (дата обращения: 10.12.15).
9. Федорова А.Г. СГУ в командном чемпионате мира по программированию / А.Г. Федорова // Высшее образование в России. – М.: Московский государственный университет печати, 2009. – № 12. – С. 66–70.
10. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. – 3-е изд. – СПб.: Наука, 2013.