Наука и Образование
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Сетевое научное издание
ISSN 1994-0408

Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2016. № 07. С. 403–410.

Представлена в редакцию: 07.08.2016
Исправлена: 15.09.2016

© МГТУ им. Н.Э. Баумана

УДК 378; 1174

Московская олимпиада школьников по робототехнике как вектор развития инженерного образования

Петровская Н. В.[1,*], Страхов А. В.[2]

*npetro@mail.ru

[1] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[2] Школа № 439 "Инженерный лицей "Интеллект", Москва, Россия

В рамках международного научного конгресса "Наука и инженерное образование. SEE-2016", II международная научно-методическая конференция «Управление качеством инженерного образования. Возможности вузов и потребности промышленности» (23-25 июня 2016 г., МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия).

В статье анализируется современное состояние олимпиадного движения в таком инновационном инженерно-технологическом направлении, как робототехника. На примере Московской олимпиады школьников по робототехнике рассматривается вариант организации метапредметной междисциплинарной олимпиады на стыке перспективных областей знаний. Рассматриваются особенности проведения робототехнической олимпиады, такие как: наличие теоретической и практической части, разработка содержания олимпиадных заданий, а также обеспечение основных олимпиадных принципов. Затронут вопрос о подготовке педагогов-робототехников посредством участия в олимпиадных мероприятиях.

Ключевые слова: образовательные технологии, инженерное образование, образовательная робототехника, московская олимпиада школьников

Введение

В последние годы существенно возросло внимание к проблемам развития инженерного образования в России. Подготовка инженеров немыслима без обучения умению решать разнообразные технические задачи в условиях реальной жизненной ситуации. При этом специалистами лишь отчасти могут быть использованы стандартные технологические приемы, готовые узлы, известные конструктивные элементы.

Базовое образование, показывающее традиционно стабильные результаты, оказалось не готово к возникшему технологическому вызову, предъявляемому как к обществу в целом, так и к системе образования в частности. В настоящий момент очевидным становится противоречие между стремительным скачком в развитии технологий и инертностью образовательной системы по направлению политехнических наук. Набор устоявшихся и апробированных школьных методик в данной области весьма беден, предмет школьной про-

граммы «технология», очевидно, требует реформирования. Сложившаяся ситуация такова, что в настоящее время школа не имеет актуально-необходимого направления – вектора развития инженерного образования, который бы задавал конкретные ориентиры как в выборе профильных предметов, так и глубине, и характере их освоения. Существующие школьные программы, рассматриваемые как фундамент для выстраивания индивидуальных образовательных траекторий, требуют в этом смысле определенных достроек и уточнений. Остро встает вопрос о содержательном наполнении подготовки школьников к овладению базовыми политехническими компетенциями, необходимыми в работе специалистов инженерного профиля, а также о наличии квалифицированных педагогических кадров.

В статье рассмотрена возможность «формирования» инженерных компетенций школьников, используя формат Московской олимпиады школьников по робототехнике, как комплекса методических, организационных и содержательных условий, посредством построения сбалансированной системы комплексных, содержательных задач.

1. Особенности оценки результатов обучения в школьном инженерном образовании через олимпиады, соревнования и традиционные формы итоговых экзаменов

Отметим, что обучение в школе основывается на решении задач, которые максимально стандартизированы и направлены на отработку базовых компетенций. Это порождает противоречие между существующей системой обучения по предметам естественнонаучного цикла, которая в реальности сводится к отработке тестовых заданий ЕГЭ, и актуальными требованиями к кадровому потенциалу в условиях инновационной экономики [1]. Это противоречие может быть снято, если стандартизация образования, а также единство требований к образовательным результатам не приведут к сужению возможностей когнитивного развития современных школьников, будут уравновешены творческой, практико-ориентированной составляющей, как самого образовательного процесса, так и оценки его результата.

Одним из возможных путей решения этой проблемы является использование нестандартных, соревновательных технологий проверки качества знаний, умений и навыков, а также выявления индивидуальных способностей учащихся. В современной системе образования эти возможности реализуются в форме участия в предметных и метапредметных олимпиадах разного уровня. Олимпиадное движение, таким образом, призвано гармонично сбалансировать существующую систему обучения и оценки качества образования.

Всероссийская олимпиада школьников, а в Москве и Московская олимпиада школьников, результаты которых наряду с результатами итоговых тестирований школьников (ЕГЭ и ОГЭ) учитываются при ранжировании московских школ, предусматривают в своих заданиях известный творческий момент. Особенно это важно для современных межпредметных областей знаний. В инженерной подготовке, кроме традиционных олимпиад по математике, физике, информатике, особый интерес представляет московская олимпиада школьников по робототехнике, которая впервые выделилась в самостоятельную дисциплину из предметной олимпиады по технологии.

Отметим, что принципиальным требованием проведения олимпиад является обеспечение равенства условий для участников, а также выполнение олимпиадных заданий «здесь и сейчас». Этим, кстати, олимпиады существенно отличаются от большинства технических соревнований. В практической реализации двуединый рамочный принцип сложно воплощается в технических и робототехнических соревнованиях. Известно, что решение инженерной задачи является многослойным, длящимся во времени процессом, требующим от разработчика (как школьника, так и инженера-профессионала) умения использовать различные технологии проектирования и производства, что вступает в некоторое противоречие с условиями проведения олимпиад – техническая задача должна быть решена в отведенное на олимпиаду время и в условиях ограниченных технических возможностей. В этой связи, *ключевым вопросом* инженерной олимпиады является *разработка качественной*, сбалансированной *задачи*, которая может быть решена за ограниченное стандартами олимпиады время, с использованием предложенных (оговоренных заранее) технологий, и при этом предоставляющая участнику простор для творчества и реализации изобретательского и конструкторского потенциала.

2. Проблемы формирования содержательных основ инженерного образования в школе

Отметим, что в школьном инженерном образовании в настоящее время нет общепринятых стандартов – оно находится в стадии становления.

С целью развития инженерного направления в Москве в 2015-2016 учебном году был организован проект: «Инженерный класс в московской школе». Широко обсуждался вопрос о выработке системы требований к содержанию самого школьного инженерного образования в рамках основной образовательной программы. На первый взгляд, кажется целесообразным усилить обучение по предметам естественнонаучного цикла: математика, физика, информатика. В этой связи уже вводятся критерии оценивания эффективности работы инженерных классов по результатам диагностических работ именно по этим предметам. Однако необходимо помнить, что формирование инженерного мышления основывается не только на знаниях в предметных областях, но и на *межпредметных умениях* применять эти знания, *способности зафиксировать* и *перенести в чертеж* конструкторскую идею, *спроектировать* законченную *технологическую цепочку* в парадигмальной установке «от идеи к воплощению».

3. Модель инженерной олимпиады на примере Московской олимпиады школьников по робототехнике

Существенное влияние на развитие инженерного образования в школе, оказывает такая дисциплина как «образовательная робототехника», которая уверенно занимает заметное место в образовательном пространстве не только в форме дополнительных общеразвивающих программ, но и проникает в сетку основного расписания. Предпринимаются локальные попытки преподавания робототехники на уровне отдельных образовательных организаций и объединений на основе авторских методик и разработок [8-11]. Однако, как

правило, эти методики не увязываются в единую систему и, чаще всего, воспроизводят сборку моделей робототехнических устройств по готовым шаблонам. Такой подход не всегда приносит ожидаемый образовательный результат: освоение детьми базовых инженерных компетенций, развитие конструкторского мышления и навыков практической работы с различными инструментами и материалами.

Большинство робототехнических соревнований, которые проводятся в России [2, 5-6], не вполне соответствуют системе олимпиадных принципов: они либо предлагают правила проведения и регламенты, содержащие описание задач, существенно ранее даты проведения соревнований, тем самым вступая в противоречие с принципом «здесь и сейчас», либо практически игнорируют конструкторскую и электротехническую компоненты робототехнической задачи, сводя робототехнические состязания к решению задач по программированию. В первом случае сложно отделить вклад непосредственно участника от сопровождающего педагога, а во втором размывается сама *специфика и комплексность* робототехнической задачи.

Содержательной основой робототехнической олимпиады на наш взгляд должно являться единство теории и практики, проявляющееся в умении применить полученные теоретические знания для решения конкретной практической задачи. И опираться в этом смысле можно на понимание необходимости комплексного учета в задачах трех основных составляющих, на которых базируется любое робототехническое устройство: механики, электроники, программирования [3-4, 7, 12].

На рис.1 приведена модель Московской олимпиады школьников по робототехнике.

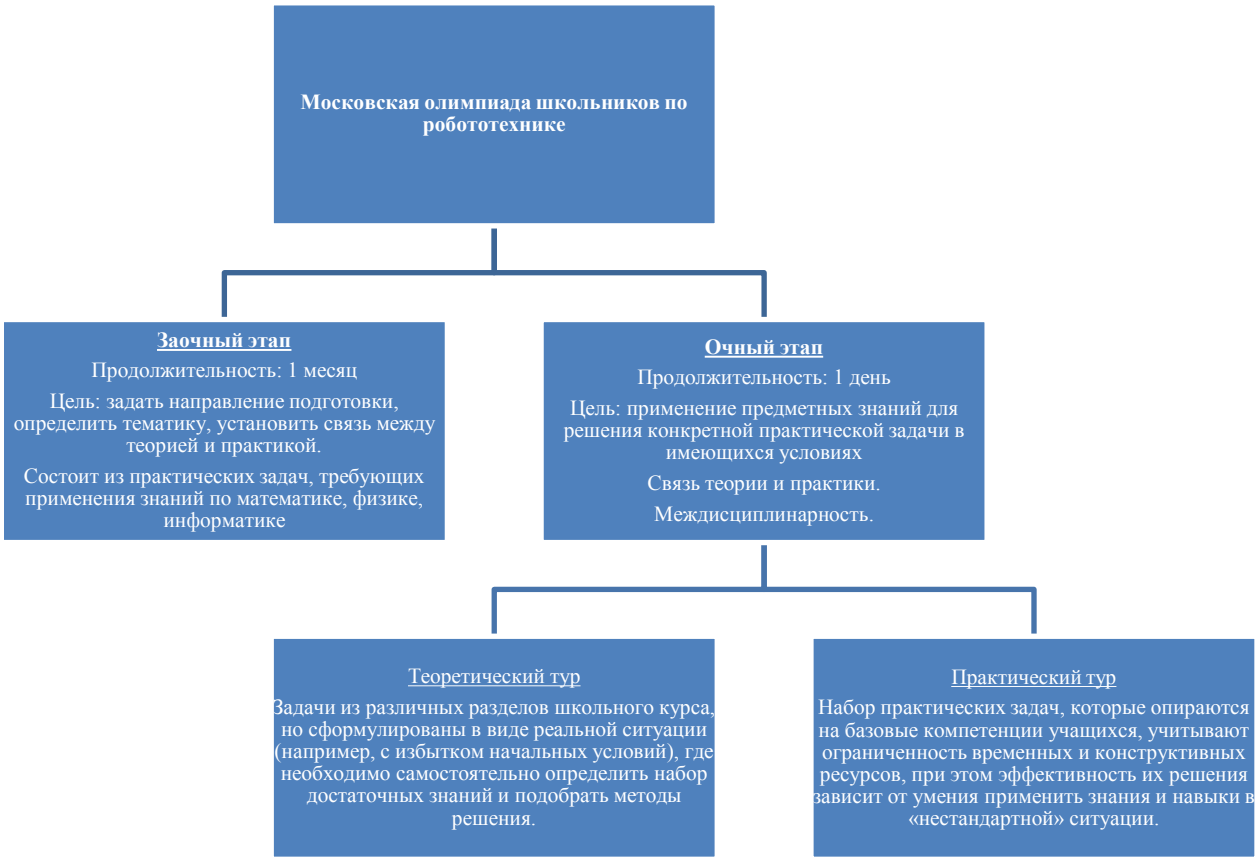


Рис.1. Модель Московской олимпиады школьников по робототехнике

Модель разработана с учетом комплексного характера предмета робототехники, необходимости широкого применения различных технических подходов и стремительностью развития современных технологий.

Представленная модель в существенной мере позволяет добиться поставленных образовательных результатов в области инженерного образования и реализует общую схему работы над практической задачей, приведенной на рис.2.



Рис. 2. Схема работы над практической задачей

4. Апробация модели. Результаты Московской олимпиады школьников по робототехнике

В 2015/2016 учебном году Оргкомитетом МОШ по робототехнике была предложена следующая структура проведения олимпиады: заочный (теоретический) этап и очный этап, который состоял из теоретического и практического туров, проходящих в разные дни. Олимпиада проводилась в трех возрастных категориях: 5-6 классы, 7-8 классы и 9-11 классы. Все этапы олимпиады проводились в индивидуальном зачете.

Основой для заочного этапа и теоретического тура очного этапа послужили задачи из базовых предметных областей школьной программы: математики, физики и информатики, соответствующие каждой возрастной категории, в которой проводилась олимпиада. Однако, в отличие от задач предметных олимпиад по данным дисциплинам, были предложены комплексные практические задачи, которые в решении опираются на конкретные предметные знания. Характеристики предложенных задач приведены в табл.1.

Таблица 1. Основные характеристики задач Московской олимпиады школьников по робототехнике

Этап	Описание задачи	Особенность от задач предметных олимпиад	Количество решений	Обязательное условие
Заочный	Задачи из базовых предметных областей школьной программы: математики, физики и информатики	Предусматривает самостоятельную (или с помощью консультанта) проработку теоретического материала	возможность не единственного решения	с учетом школьной программы
Очный, теоретический тур	комплексные практические задачи	широко и нестандартно поставленная задача с избыточным набором начальных условий	возможность не единственного решения	Задачи опирались на теоретический материал заочного этапа
Очный, практический тур	робота нужно было собрать, запрограммировать и отладить на полигоне за три олимпиадных часа	сложность практической задачи должна была соизмеряться с временными и конструктивными ограничениями	возможность не единственного решения	принести с собой базовое шасси и/или комплект конструктивных элементов и электронных компонентов, а также устройство с установленным ПО для программирования

Основная трудность для участника состояла не только в применении этих знаний, но и в умении в широко поставленной задаче с избыточным набором начальных условий выбрать необходимые данные для оптимального, возможно не единственного решения. Теоретические задачи заочного этапа разрабатывались с учетом школьной программы, но при этом давали возможность участникам и их наставникам более подробно разобрать темы, на которые опираются базовые задачи робототехники, и на основе которых строились последующие, как теоретические, так и практические задачи очного этапа.

Сложность разработки заданий практического тура заключалась в соблюдении двух олимпиадных принципов, о которых говорилось выше: обеспечение равенства условий для участников, а также выполнение олимпиадных заданий «здесь и сейчас». В условия проведения олимпиады входило требование к каждому участнику самостоятельного обеспечения технической стороны: школьник, участвующий в олимпиаде, должен был принести с собой базовое шасси и/или комплект конструктивных элементов и электронных компонентов, а также устройство с установленным ПО для программирования. Организаторы при этом должны были сформулировать задачу таким образом, чтобы не давать преимущества тем участникам, которые пришли даже с готовым шасси или фрагментами старых программ. Кроме этого, сложность практической задачи должна была соизмеряться со временем, предоставленным для ее решения: робота нужно было собрать, запрограммировать и отладить на полигоне за три олимпиадных часа.

Необходимо отметить, что использование готовых конструкционных элементов, а также целых функциональных блоков является существенно компромиссным решением, обусловленным с одной стороны, скромными материальными возможностями конкретных участников, а с другой – объективными временными, финансовыми и техническими и другими организационными ограничениями олимпиады.

5. Подготовка педагогов

Тем не менее, формат Московской олимпиады школьников, используемый как модель формирования базовых инженерных навыков, а также четко оформленные олимпиадные задачи, позволяют существенно скомпенсировать еще одну существенную проблему - недостаток квалифицированных педагогических кадров в области инженерного образования детей. Участие учителей-предметников естественнонаучного цикла в олимпиадном инженерном движении, в условиях недостатка образовательных программ и методических пособий, в некоторой степени позволяет организовать слаженный поэтапный образовательный процесс. В данной ситуации, Московская олимпиада школьников через систему олимпиадных заданий формирует конкретные ориентиры, опираясь на которые, педагог-предметник может выстроить как свою собственную образовательную траекторию, так и этапы подготовки для своих подопечных.

Заключение

Разработанная и апробированная модель формирования олимпиадных заданий (которая включает в себя также и комплекс организационных и методических сопровождающих мероприятий) порождающая целенаправленный процесс подготовки к заочному и очному туру, в свою очередь, требующий предельно конкретного конструирования образовательного процесса, является, таким образом, вектором создания условий для повышения качества инженерного образования. Проведение Московской олимпиады школьников продемонстрировало, что данный формат является удачной инновационной площадкой для проектирования содержательных основ образовательной робототехники, нацеленных на практическое развитие инженерных компетенций обучающихся.

Авторы выражают благодарность ГБОУ Центр Педагогического Мастерства города Москвы, а также ГБОУ Школа №439 «Инженерный лицей «Интеллект» за организацию и проведение Первой Московской олимпиады школьников по робототехнике.

Список литературы

[1]. Дорофеев А.А. Результаты ЕГЭ и методы повышения успеваемости студентов младших курсов инженерных вузов. // Наука и образование. Электронный журнал. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2013. № 3. Режим доступа: http://technomag.neicon.ru/doc/563161.html (дата обращения: 12.09.2016)

[2]. Кобрин А.И., Мартыненко Ю.Г., Письменная Е.В. Всероссийский научно-технический фестиваль молодежи "Мобильные роботы" имени проф. Е.А. Девянина // Мехатроника, автоматизация, управление. М.: Новые технологии. 2009. № 5. С. 76–78.

[3]. Белослудцева Л. И., Прончев Г. Б. Робототехника как дисциплина дополнительного образования // Сборник тезисов. Образование, наука и искусство: цифровые производственные процессы и технологическая поддержка: XIV Международный форум образовательных технологий. РГГУ, МГТУ СТАНКИН, 19-20 июня 2013 года. МО, Щёлково: Издатель Мархотин П.Ю. 2013. 68 с. С. 48.

[4]. Довбыш С.А., Локшин Б.Я., Салмина М.А. Механика, мехатроника, робототехника - Научно-образовательная программа Института механики МГУ для школьников // Труды пятых Колмогоровских чтений. Ярославль: ЯрПГУ. 2007. 400 с. С. 254–261. Режим доступа: http://www.mathschool.ru/item/540.html (дата обращения 18.04.2016).

[5]. Бобцов А.А., Колюбин С.А. Чемпионаты роботов // Control Engineering Россия. Электронный журнал. Август, 2013. №4 (46). Режим доступа: http://controleng.ru/innovatsii/chempionaty-robotov/ (дата обращения 18.04.2016).

[6]. Российская Ассоциация Образовательной Робототехники // Официальный сайт. Режим доступа: http://raor.ru/about/ (дата обращения 20.01.2016).

[7]. Арафайлов С.И., Беднова В.Б., Вергазов М.М., Звягин А.В., Зеленский А.С., Калугин А.Г., Леонтьев Н.Е., Малашин А.А., Могилевский Е.И., Натяганов В.Л., Попеленский М.Ю., Прошкин В.А., Смирнов Н.Н., Формальский А.М., Черкасов О.Ю., Юмашев М.В., Якушев А.Г., Янков Я.Д. Задания олимпиады школьников «Ломоносов». Робототехника. Учебно-методическое пособие. // Сборник: Олимпиада школьников «Ломоносов». Учебно-методическое пособие. / Под ред. В.А. Садовничего. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова. 2014. 122 с. С. 1-15. Режим доступа: http://olymp.msu.ru/pluginfile.php/44731/mod_resource/content/1/Lomonosov_Olympiade.pdf (дата обращения: 12.09.2016)

[8]. Filippov S.A., Fradkov A.L., Andrievsky B. Teaching of robotics and control jointly in the University and the high school based on LEGO Mindstorms NXT. // IFAC. Proceedings 18th IFAC World Congress on Autom. (28 August–2 September, 2011. Italy, Milan.). 2011. Vol. 18. No. 1. P. 9824–9829. Режим доступа: http://www.239.ru/userfiles/file/IFAC11FilFrAn-lego.pdf (дата обращения: 12.09.2016)

[9]. Filippov S.A., Fradkov A.L. The Elements of Control Theory in School. // 4th International Symposium on Robotics in Education. (UAE, Abu-Dhabi., 18-20 nov., 2011). 2011. 6 p. Режим доступа: http://www.239.ru/userfiles/file/The_elements_of_control_theory_in_school_full_paper_en_15.pdf (дата обращения: 12.09.2016)

[10]. Филиппов С.А. Основы робототехники на базе коструктора Lego Mindstorms с контроллером RCX: методическое пособие. СПб: 2010. 75 с.

[11]. Филиппов С.А. Робототехника для детей и родителей. Изд. 3-е, испр. и доп. / Под ред. Фрадкова А.Л. СПб.: Наука. 2013. 320 с.

[12]. Ермишин С.В. Опыт организации соревнований по робототехнике на примере Первенства КРОК 2014 г. // Молодежный научно-технический вестник. 2015. №3. Эл. журнал. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/770462.html (дата обращения: 12.09.2016)