

DOI: 10.55090/19964552_2022_3_266_277

ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА МЕЖДУ ШКОЛОЙ И УНИВЕРСИТЕТОМ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ КРЕАТИВНОСТИ УЧАЩИХСЯ

Михайлов Евгений Александрович,

ассистент, кандидат физико-математических наук

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова»

 ea.mikhajlov@physics.msu.ru

Кулева Светлана Викторовна,

директор, кандидат педагогических наук

МБОУ «Лицей №87 имени Л. И. Новиковой»

 kulevacv@mail.ru

АННОТАЦИЯ

В статье описан опыт взаимодействия между физическим факультетом МГУ имени М. В. Ломоносова и Лицеом №87 имени Л. И. Новиковой (г.Нижний Новгород), направленного на развитие креативности старшеклассников. Данная работа включает в себя занятия по физике и математике, а также практикум по компьютерному моделированию, которое используется для выполнения их собственных исследований. Кроме того, периодически проводятся научно-познавательные конкурсы.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *креативность, компьютерное моделирование, средняя школа, развитие*

Работа выполнена при поддержке Фонда Президентских Грантов (проект № 21-2-012064).

EXPERIENCE OF COMMUNICATION BETWEEN SCHOOL AND UNIVERSITY TO DEVELOP CREATIVITY OF PUPILS

Mikhailov E. A.,

assitant, Candidate of physical and mathematical sciences

M.V. Lomonosov Moscow State University

Kuleva S. V.,

director, Candidate of pedagogical sciences

L. I. Novikova Lyceum No.87

ABSTRACT

The article describes the experience of interaction between the Faculty of Physics of M. V. Lomonosov Moscow State University and L. I. Novikova Lyceum No. 87 (Nizhny Novgorod), aimed at developing the creativity of secondary school pupils. This work includes classes in physics and mathematics, as well as a practicum on computer modeling, which is used to carry out their own research. In addition, scientific and educational competitions are periodically held.

KEYWORDS: *creativity, computer modeling, secondary school, development*

ВВЕДЕНИЕ

Экономическое развитие нашей страны неразрывно связано с появлением новых отраслей, многие из которых еще недавно казались невыполнимыми для простого обывателя. Все большую роль начинают играть ИТ-технологии, перевернувшие традиционные представления о многих старых профессиях и давшие толчок к появлению новых. Так, сейчас компьютеры активно используются практически всеми: начиная от токарей, работающих на современных станках, и заканчивая учеными, занимающимися фундаментальной наукой. Активно развиваются такие профессии, как программист, специалист по анализу данных и т. д.

Все это налагает новые требования на систему образования. Совершенно очевидно, что старые представления, которые использовались десятилетия или даже века назад, и которые до сих пор лежат в основе большого числа стандартов и программ, нуждаются в существенном пересмотре и ревизии. Это относится как к предметному содержанию, которое должно

соответствовать современному состоянию науки и технологий, так и к метапредметным знаниям и навыкам, которые должны развиваться у школьников в ходе обучения. Мы должны готовить учащихся к тому, чтобы они смогли успешно ориентироваться в современном мире, добиваться успеха, а в более отдаленном будущем — и самостоятельно создавать какие-то новые технологии. Современный человек должен быть хорошо обучаемым, иметь возможность корректировать сферу деятельности раз в несколько лет (подстраиваясь под меняющиеся экономические реалии), и конечно же, быть креативным и способным не только потреблять результаты чужой работы, но и генерировать и воплощать в жизнь собственные идеи.

Важно отметить, что, если мы говорим о школе, то данная работа должна относиться в первую очередь к сфере дополнительного образования и внеурочной деятельности. Конечно, было бы неплохо развивать подобные навыки и на основных уроках, однако мы понимаем, что одновременное изучение современных технологий и качественная реализация основных образовательных программ могут быть затруднительными.

Наиболее эффективно развитие креативных способностей учащихся может осуществляться в ходе сотрудничества между средней общеобразовательной школой и высшим учебным заведением [1, 2]. Это связано с тем, что в виде университета старшеклассники видят один из возможных путей для своего дальнейшего развития, понимают, как они могут использовать полученные ими навыки на следующем этапе обучения. Кроме того, как правило, многие из университетских преподавателей связаны с решением задач, имеющих значение в технике и фундаментальной науке. Таким образом, школьникам может быть предложено выполнить проектную или исследовательскую работу, которая связана с одним из направлений, имеющих высокую актуальность в современных условиях.

В настоящей работе мы описываем наш опыт, который относится к совместной работе, ведущейся силами сотрудников физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова и Лицея № 87 имени Л. И. Новиковой (г. Нижний Новгород) [3]. Отметим, что наше сотрудничество носит межрегиональный характер, и успешно развивается уже в течении 5 лет. Важно отметить, что, несмотря на очевидные трудности, связанные с географической удаленностью, оказалось возможным наладить проведение занятий, которые проходят хотя и не очень часто, но достаточно регулярно. Преподаватели из МГУ регулярно посещают Лицей и проводят там занятия. Кроме того, ученики периодически ездят в лаборатории университета и выполняют там

различные эксперименты, которые важны для тех проектных и исследовательских работ, которые они готовят [4]. Данные поездки стали несколько реже с 2020 года из-за пандемии коронавируса, однако работа продолжается с использованием современных технологий, которые позволяют вести ее в частично дистанционном формате. Отдельно заметим, что мы не разделяем точки зрения о том, что возможен перевод абсолютно всех видов активности в дистанционный формат: онлайн-занятия могут быть эффективны лишь в комплексе с более традиционными очными.

В качестве предметной области нами были выбраны физико-математические науки. С одной стороны это связано с тем, что в Лицее № 87 имени Л. И. Новиковой накоплен довольно значительный опыт преподавания предметов физико-математического цикла, многие ученики успешно участвуют в различных олимпиадах и конкурсах высокого уровня. С другой — в настоящий момент именно компьютерные технологии, математическое моделирование и ряд разделов физики стали локомотивом развития экономики, и ознаменовали ее переход к качественно новым форматам. Все это говорит нам о том, что именно физика, математика и компьютерное моделирование являются наиболее перспективными с точки зрения развития навыков креативности учащихся.

ЗАНЯТИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ И ФИЗИКЕ

На протяжении нескольких десятилетий в Лицее № 87 имени Л. И. Новиковой ведется преподавание дисциплин физико-математического цикла на достаточно высоком уровне. При переходе в старшую школу ученики выбирают один из профилей (физико-математический, химико-биологический или социально-экономический), в каждом из которых ведется обучение в соответствии с указанным направлением. Отметим, что обучение физике по усиленной программе ведется не только в физико-математическом, но и в химико-биологическом классе. Данная работа отражается на результатах, которые учащиеся демонстрируют на предметных олимпиадах: так, среди учеников и выпускников Лицея — призеры как регионального, так и заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике.

В 2017 году был заключен договор о сотрудничестве между Лицеєм и физическим факультетом МГУ имени М. В. Ломоносова. Отметим, что в МГУ всегда особое внимание уделялось направлениям, связанным с физикой и другими естественными науками. Традиционно в университете ведется не только подготовка студентов и научная работа, но и взаимодей-

стве со школьниками. Еще с советских времен на физическом факультете действуют подготовительные курсы, на которых старшекласники изучают различные разделы математики и физики. Уровень решаемых задач, как правило, связан с целями, которые ставят перед собой учащиеся: обычно это успешное участие в олимпиадах и сдача вступительных экзаменов (с 2008 года к ним добавился Единый государственный экзамен). Также на протяжении десятилетий преподаватели университета ведут занятий в ряде средних школ. Чаще всего эти учебные заведения находятся в Москве и ближайшем Подмосковье, однако также можно отметить и весьма успешную работу в различных школах других регионов и даже за пределами Российской Федерации.

Учитывая имеющийся опыт, а также интерес школьников к поступлению в МГУ и другие ведущие вузы, нами была подготовлена программа совместных занятий, которые ведутся как представителями университета, так и педагогами школы. Работа ведется в первую очередь с учениками 10 — 11 классов. Они, с одной стороны, наиболее мотивированы ввиду близости момента поступления в высшие учебные заведения, с другой — ввиду разделения на различные профили не составляет труда выбрать среди них именно тех, кто уже имеет хорошую начальную подготовку в физико-математическом направлении.

Наш курс предусматривают в течение учебного года по 6 выездных «интенсивных» занятий, проводимых представителями университета. Они охватывают основные темы, которые играют ключевую роль для каждого из данных предметов. Как правило, подобные занятия проводятся по субботам после окончания основных уроков (хотя возможны и другие варианты). Кроме того, еженедельно специалистами лица проводятся дополнительные уроки в вечернее время, на которых происходит разбор задач по согласованным программам. Таким образом, можно сказать, что на «интенсивах» разбираются наиболее важные темы, основные понятия и законы, а на уроках, проводимых в еженедельном режиме, данный материал закрепляется, а также проводится изучение тем, которые носят в целом второстепенный (хотя и тоже существенный) характер.

Программа занятий в основном соответствует тому, что изучается на подготовительных курсах в МГУ. В качестве учебных пособий по математике используется авторский комплект учебников, подготовленный специалистами кафедры математики физического факультета МГУ (см., напр., [5]). Он содержит большое число задач по самым разным разделам алгебры,

геометрии и началам анализа. Его очевидным преимуществом является тот факт, что там присутствуют задачи различного уровня сложности, что позволяет преподавателю «подстроиться» под уровень каждой конкретной группы. Их возможности несколько меняются от года к году — так, иногда встречаются параллели, в которых сразу несколько учащихся являются призерами олимпиад высокого уровня, и с такими ребятами нет необходимости разбирать простые задачи. Вместе с тем, в наборах других лет бывают старшеклассники, которые хотя и неплохо мотивированы к изучению математики, но их знания не очень велики. В таком случае нужно выбирать те задачи, которые предназначены для более скромных целей — например, для сдачи ЕГЭ на приемлемый балл или участия в олимпиадах более низкого уровня. «Интенсивы» по математике в 10 классе охватывают такие важные разделы, как функции и построение их графиков, уравнения с параметром, основы планиметрии, комбинаторику, текстовые задачи и решение систем уравнений. В 11 классе тематика занятий, проводимых представителям университета, включает в себя решение рациональных уравнений, тригонометрию, решение текстовых задач, элементы математического анализа, показательные уравнения, логарифмические уравнения и основы стереометрии. Отметим, что в случае возникновения соответствующего интереса со стороны учащихся выпускного класса есть возможность перейти к разбору заданий ЕГЭ, которые вызывают у них наибольшие проблемы.

Если говорить о занятиях по физике, то там используются сборники задач, которые применяются в школах, входящих в структуру МГУ имени М. В. Ломоносова: Специализированном учебно-научном центре имени А. Н. Колмогорова [6] и Университетской гимназии. Также могут применяться учебные пособия, которые предназначены для подготовки к олимпиадам, сборники заданий Единого государственного экзамена по физике. В 10 классе изучаемые в рамках «интенсивов» темы включают в себя решение основных кинематических задач, динамику (вопросы, связанные со вторым законом Ньютона и законами, характеризующими отдельные силы, такие как закон Кулона — Амонта, закон Гука), закон сохранения импульса, гидростатику (в том числе — закон Паскаля), газовые законы (закон Шарля, закон Гей — Люссака, закон Бойля — Мариотта, уравнение состояния для идеального газа), и первое начало термодинамики. Отметим, что хотя данные темы и не исчерпывают всего набора того, что необходимо знать десятикласснику, существуют также занятия, проводимые в еженедельном режиме, где можно разобрать недостающий материал. В 11 классе в рамках

«интенсивов» изучаются электростатика (основные понятия электричества, закон Кулона и теорема Гаусса), магнетизм (закон Био — Савара — Лапласа, теорема о циркуляции и сила Ампера) и основы оптики. Занятия, которые проходят после новогодних праздников, нацелены на повторение материала с целью успешной сдачи ЕГЭ и дополнительного вступительного испытания (в том случае, если учащиеся планируют поступать в МГУ). Поэтому три интенсива посвящены «напоминанию» основных вопросов, которые так или иначе связаны с решением задач, которые потребуются абитуриентам на данных мероприятиях.

Начиная с 2021 года также ведется системная работа по подготовке учащихся 9 класса по физике. Хотя им пока и далеко до поступления в вузы, опыт показывает, что именно в этом возрасте необходимо закреплять имеющийся интерес к физико-математическим дисциплинам. По этой причине нами был разработан курс, который является более простым по сравнению с тем, что предлагается более старшим классам (важно учитывать, что в это время школьники еще не распределены по профильным классам, и во многом речь идет о формировании команды для дальнейшего обучения). В качестве учебного пособия используются пособия [7], которые на протяжении десятилетий успешно применяются в различных кружках по физике. Список тем отчасти повторяет то, что предлагается для 10 класса (см. выше). Однако, в этом случае изучение ведется на более простом уровне, с учетом возраста учащихся. Кроме того, программа весенних занятий делается с поправкой на то, что должны знать ученики 9 класса. Так, в «интенсивы» входит изучение основ кинематики, динамики, законов сохранения, гидростатики, простейших колебаний и строения атома. По желанию учащихся на некоторых занятиях можно уделить отдельное внимание разбору тех или иных заданий Основного государственного экзамена (который планируют сдавать многие из наших учеников).

Результаты сдачи нашими учениками экзаменов показывают, что организованная работа весьма полезна с точки зрения уровня их подготовки. Так, в 2019 году первый выпуск, прошедший двухлетний курс обучения по нашей программе, включал двоих «стобалльников» при сдаче ЕГЭ по физике, а еще трое учащихся получили 98 баллов [8]. Это тем более ценно, что численность набранной группы составляла 17 человек. Также весьма значительных успехов достигали и ученики, которые входили в последующие наборы.

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ОБЛАСТИ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Особое внимание в нашей работе уделяется также исследовательским работам учащихся. Как правило, они так или иначе связаны с компьютерным моделированием в задачах физики и техники. Чаще всего они посвящены численному решению уравнений, которые могут быть сформулированы, опираясь на хорошо известные ученикам физические законы, однако не могут быть решены с помощью методов школьной математики [9]. Довольно часто специалистами считается, что для того, чтобы освоить даже простейшие численные методы, необходимо владение математическим анализом, умение строить разностные аналоги производных и т. д. Между тем, наш опыт демонстрирует, что это вовсе не обязательно, и можно ограничиться простыми физическими соображениями, которые понятны практически каждому ученику, хорошо владеющему предметом в объеме основной программы.

Опишем основные подходы, которые используются в таком случае [10]. Пусть зависимость скорости тела от времени описывается следующим образом:

$$v = v(t),$$

причем данная зависимость никак не допускает явного нахождения пути школьными методами (а иногда даже и с помощью более «продвинутых» методов высшей математики, изучаемых в вузах). Возьмем достаточно малый промежуток времени, в течение которого скорость меняется слабо. Тогда можно считать, что движение приближенно описывается с помощью формул, известных для равномерного движения:

$$\Delta x \approx v \Delta t.$$

Чтобы вычислить изменение координаты тела за длительный промежуток времени, нужно разбить его на множество малых длины Δt . В таком случае изменение координаты можно записать в форме:

$$S = x(t) - x(0) = v_0 \Delta t + v_1 \Delta t + \dots + v_{n-1} \Delta t.$$

Достаточно часто уравнения так или иначе сводятся ко второму закону Ньютона, и поэтому известна зависимость ускорения от координат или от времени (причем будем рассматривать те случаи, когда нельзя сказать о возможности явного нахождения формулы для зависимости скорости от времени):

$$a = a(t).$$

В таком случае будем предполагать, что в течение малых промежутков времени длины несущественно меняется уже ускорение, поэтому можно

предполагать, что движение является почти равноускоренным. Это приводит нас к следующему переходу для скорости:

$$v(t + \Delta t) = v(t) + a(t) \Delta t.$$

После этого мы получаем зависимость скорости от времени, которую можно использовать для того, чтобы искать изменение координаты тела. Дальнейшие действия будут практически полностью аналогичными тому, что было описано выше.

Данная методика была впервые использована в Вечерней физической школе при физическом факультете МГУ [11]. Также подобные идеи применяются в практикуме по компьютерному моделированию, который уже несколько лет успешно функционирует на факультете [12]. Мы успешно применяли предлагаемые подходы в ходе обучения школьников Лицея № 87 имени Л. И. Новиковой.

Приведем примеры того, как описанные методы могут быть достаточно эффективно использованы при выполнении различных исследовательских работ.

Так, один из учеников Лицея № 87 проводил эксперимент на базе НИИ ядерной физики имени Д. В. Скобельцына МГУ. Он был связан с поглощением гамма-излучения различными материалами. В частности, использовались пластины, изготовленные из свинца и из алюминия. Изучалось, как интенсивность излучения падает в зависимости от толщины пластин. Школьником была написана программа, которая моделировала прохождение частиц излучения через вещество, после чего результаты сравнивались с тем, что получено в эксперименте. Показано, что результаты, полученные учеником методами компьютерного моделирования, практически в точности совпадают с данными, полученными им же в лаборатории [4].

Другой школьник исследовал аккреционные процессы в астрофизике. Им было рассмотрено большое количество частиц, которые имели случайные координаты и скорости. Данные тела взаимодействовали друг с другом в соответствии с законом Всемирного тяготения. Учеником была составлена программа, которая решала задачу о движении частиц, движущихся с связанными с этим ускорениями. Она использовала численные подходы, которые описаны выше. Программа позволила наглядно получить зависимость траекторий частиц, образование центров, соответствующих концентрации материи в тех или иных областях пространства. Отметим, что полученные результаты в целом достаточно хорошо согласуются с тем, что предполагают гораздо более сложные модели в теоретической астрофизике.

Также хотелось бы отметить работу, посвященную колебаниям моста. Ни для кого не секрет, что в тех случаях, когда мост подвергается действию некоторой периодической внешней силы, входящей в резонанс с его собственными частотами колебаний, это может привести к повреждениям или даже разрушению сооружения. В школьные учебники вошла дореволюционная история про один из мостов в Санкт-Петербурге, разрушившийся при проходе по нему роты солдат, однако подобные происшествия случаются и по сей день. (Так, можно вспомнить про «танцующий мост» в Волгограде.) Особую опасность это представляет для так называемых вантовых (или подвесных) мостов. Одним из наших учеников была написана компьютерная программа, которая с помощью закона Гука позволяет получить ускорения для полотна моста, подвешенного на десятках (или даже сотнях) тросов, после чего задача решается при помощи численного метода, реализованного с помощью составленной школьником программы. Было показано, в каких случаях воздействие ветра или проезжающих автомобилей может приводить к опасным последствиям, а когда проблем практически не возникает.

Большинство работ, которые были организованы в рамках нашего взаимодействия, представлялись на различных научно-практических конференциях [13], посвященных школьной исследовательской и проектной деятельности. Ряд из них получили призовые места.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНКУРСОВ

В ходе нашей работы мы регулярно организуем фестивали и конкурсы, которые призваны привлечь внимание к нашей работе. Так, можно отметить мероприятия, проходившие в «докоронавирусный» период. Зимой 2019 и 2020 года были проведены естественнонаучные фестивали «Вектор знаний» [14]. Они собрали около сотни участников, которые представляли различные школы Нижнего Новгорода. В начале мероприятия школьникам было предложено выполнить ряд заданий, которые были связаны с проверкой их естественнонаучного кругозора. После этого проводился разбор задач и поощрение лучших учеников.

Особо хотелось бы отметить конкурс «Созвездие наук», который был проведен в сентябре 2019 года совместными усилиями Лицея № 87 имени Л.И. Новиковой, физического факультета, НИИ ядерной физики и химического факультета МГУ. Кроме выполнения заданий конкурса, школьники слышали лекции, связанные с современными достижениями физики, химии и компьютерного моделирования. Интерес к данному мероприятию

был столько высок, что его участники (число которых превысило 200) с трудом поместились в актовом зале Лицея.

К сожалению, в условиях эпидемии коронавируса проведение больших мероприятий, в которых участвуют учащиеся из разных школ, стало невозможным. По этой причине мы перешли к проведению мероприятия с дистанционным компонентом. В соответствии с требованиями Роспотребнадзора, ученики из каждого класса собирались в одном из помещений, объединяясь в команды. Между собой команды связывались с помощью системы видеоконференций. Отметим, что это дало даже определенные преимущества, позволив проводить мероприятия не только для школьников из нашего региона, но и для тех, которые находятся в далеких городах.

Впервые подобный конкурс был проведен в декабре 2020 года и назывался «От Москвы-реки до Волги». В нем приняли участие ребята из Нижнего Новгорода, Москвы и Твери (название соответствует географическому расположению городов). Ведущими мероприятия были представители МГУ, а задания выполнялись каждым из участников в персональном режиме.

В декабре 2021 года было принято решение о более предпочтительном формате, связанном с командным участием. Был организован конкурс «В Новый год — с новыми знаниями», участники которого отвечали на вопросы, связанные с физикой, математикой и общим естественнонаучным кругозором. В каком-то смысле формат проведения был близок к командному «Что? Где? Когда?». Каждая из команд отправляла электронным способом ответ на вопрос, который можно было сформулировать за 2 минуты, после чего ведущий (представитель МГУ) оглашал правильный ответ. После этого подводились итоги. В конкурсе приняли участие несколько десятков школьников из Нижнего Новгорода, Москвы и Еревана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наш опыт показывает, что совместная работа специалистов из средних и высших учебных заведений оказывается достаточно эффективной и может служить выполнению задачи о развитии креативности у школьников. Несмотря на нашу географическую удаленность, проблема связи оказалась решаемой, даже несмотря на ограничения, связанные с распространением новой коронавирусной инфекции. Заметим, что на наш взгляд нельзя полностью сводить работу лишь к дистанционной форме: это приводит к некоторому падению ее эффективности. По этой причине при наличии возможности мы стремились проводить наши совместные мероприятия и учебные занятия в очном формате. ■

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сардушкина Ю. А.* Взаимодействие школы и ВУЗа как средство повышения результативности профориентационной работы // Психология и педагогика. — 2013. №4. — С. 165 — 173.
2. *Опарина С. А., Михайлова С. В., Любова Е. В.* Педагогическое сотрудничество школы и вуза в реализации совместной проектной деятельности по дисциплинам естественнонаучного цикла // Педагогика высшей школы. — 2017. №4.1 (10.1). С.35-36.
3. *Кулева С. В., Михайлов Е. А.* Организация сотрудничества между вузом и школой на примере физического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова (г.Москва) и МБОУ «Лицей № 87 имени Л. И. Новиковой» (Нижний Новгород) // Физико-математическое и технологическое образование: проблемы и перспективы развития. Материалы IV Международной научно-методической конференции. — 2019. — С. 186 — 188.
4. *Михайлов Е. А., Широков Е. В.* Исследовательские работы школьников, связанные с компьютерным моделированием в задачах ядерной физики // Наука и школа. — 2020. — № 4. — С. 160 — 169.
5. *Шапкина Н. Е., Могилевский И. Е.* Пособие по математике для 9 — 11 классов подготовительных курсов. Рациональные уравнения и неравенства. / Н. Е. Шапкина, И. Е. Могилевский. // М., Физический факультет МГУ, 2019.
6. *Корнеева Т. П.* Сборник задач по физике. Часть I. Механика (1). Кинематика. Динамика. / Т. П. Корнеева. // М., Школа имени А. Н. Колмогорова, 2014. — 38 с.
7. *Бендриков Г. А., Буховцев Б. Б., Керженцев В. В., Мякишев В. В.* Задачи по физике: для поступающих в вузы. / Г. А. Бендриков, Б. Б. Буховцев, В. В. Керженцев, В. В. Мякишев // М., ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 344 с.
8. *Прохорова Л. М., Овсянникова А. А., Кочетова С. И.* Формирование научно-инженерного мышления школьников во внеурочной деятельности естественнонаучной направленности // Когда сбываются мечты... — 2019. — С.55 — 70.
9. *Рыжиков С. Б.* Классический опыт Галилея в век цифровой техники. Учебное пособие / С. Б. Рыжиков // М., МПНМО, 2008. — 64 с.
10. *Михайлов Е. А., Рыжиков С. Б.* Исследовательские работы школьников, основанные на компьютерном моделировании // Наука и школа. — 2018. № 3. — С. 101-105.
11. *Рыжиков С. Б.* Повышение интереса у школьников к физике путем проведения с ними исследовательских работ на опыте работы Вечерней физической школы при физическом факультете МГУ // Научная конференция «Ломоносовские чтения». — 2006. — С.172 — 174.
12. *Михайлов Е. А.* Применение методов компьютерного моделирования в проектных работах школьников по физике // Школа будущего. — 2017. № 3. — С.279 — 285.
13. *Михайлов Е. А., Шапкина Н. Е.* Научно-практическая конференция «От атома до галактики»: опыт проведения // Школа будущего. — 2019. № 1. — С.24 — 32.
14. *Шапкина Н. Е.* Фестиваль «Вектор знаний» для школьников Нижегородской области. // Советский физик. — 2019. — № 4. С. 35 — 38.