

УДК 372.8

АКТИВИЗАЦИЯ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ ФИЗИКИ И МАТЕМАТИКИ КАК СРЕДСТВО  
ФОРМИРОВАНИЯ МЕТАПРЕДМЕТНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ

© 2016

**Шурыгин Виктор Юрьевич**, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики  
*Казанский (Приволжский) федеральный университет, Елабужский институт*  
(423604, Россия, Елабуга, улица Казанская, 89, e-mail: viktor\_shurygin@mail.ru)  
**Шурыгина Ирина Владимировна**, учитель высшей квалификационной категории  
*МБОУ «Средняя школа № 8» ЕМР РТ*

(423603, Россия, Елабуга, проспект Мира, 59, e-mail: syhiih-irina1@yandex.ru)

**Аннотация.** Современные условия ставят перед общеобразовательной школой совершенно новые задачи, связанные с формированием у учеников ключевых метапредметных компетенций, которые обеспечат ему гибкость и адаптивность по отношению к быстро меняющемуся окружающему миру. Решение таких задач возможно только в результате совместного изучения всех дисциплин общего образования, в их тесной взаимозависимости. Для решения проблемы разобщенности, оторванности друг от друга разных школьных предметов на первый план должны выступать метапредметные образовательные технологии. В работе рассматриваются отдельные аспекты выявления и реализации межпредметных связей школьных курсов физики и математики. Анализируется проблема временных несоответствий изучения отдельных тем, а также некоторые различия в трактовке одних и тех же понятий в математике и физике. Особое внимание уделяется понятиям вектора в математике и векторной физической величины, а также использованию элементов дифференциального исчисления при решении физических задач. В качестве возможных технологий активизации межпредметных связей предлагается проведение интегрированных уроков, разработка соответствующих элективных курсов, различные виды внеклассной работы, а также обращение учителей к вузовским электронным образовательным ресурсам и мультидисциплинарным учебно-методическим комплексам.

**Ключевые слова:** школа, математика, физика, учебный процесс, межпредметная связь, метапредметная компетенция, вектор, векторная величина, производная, дифференциальное исчисление.

ACTIVATION OF PHYSICS AND MATHEMATICS INTERSUBJECT COMMUNICATIONS  
AS THE MEANS OF FORMING STUDENTS' METASUBJECT COMPETENCES

© 2016

**Shurygin Viktor Yuryevich**, candidate of physical and mathematical sciences,  
associate professor of the department of Physics  
*Kazan (Volga region) Federal University, Elabuga Institute*  
(423604, Russia, Elabuga, Kazanskaya street, 89, e-mail: viktor\_shurygin@mail.ru)  
**Shurygina Irina Vladimirovna**, higher category teacher  
*MBEI "Secondary school № 8" EMD RT*  
(423603, Russia, Elabuga, Mira avenue, 59, e-mail: syhiih-irina1@yandex.ru)

**Abstract.** The current social environment sets brand new targets for regular schools. These targets are aimed at forming students' key metasubject competences providing them flexibility and adaptability towards the constantly changing world around. Solving these problems is achievable only in mutual studying all the disciplines of general education in their close interdependency. To solve the problem of disunity and isolation of school subjects from one another, metasubject education technologies should be brought to the forefront. In this work, certain aspects of exposure and realization of intersubject communications between school mathematics and physics courses are approached. The problem of temporary mismatches of studying certain themes is analyzed; also, several differences in interpretations of the same concepts in mathematics and physics are shown. Special focus is on the concepts of a vector in mathematics and vector value in physics; also, the use of differential calculus elements in solving physical problems is highlighted. Integrated lessons, development of elective courses, different types of out-of-schools activities and teachers' referring to high school educational digital sources and multidisciplinary educational complexes are suggested as the possible means of activation of intersubject communications.

**Keywords:** school, mathematics, physics, academic activity, intersubject communication, metasubject competency, vector, vector value, derivative, differential calculus.

В настоящее время в Федеральном государственном образовательном стандарте среднего (полного) общего образования на государственном уровне определена цель: воспитание творческой, свободной личности, исповедующей ценности демократического общества [1]. Перед школой ставятся задачи выявления и развития способностей каждого ученика, достижение им не только предметных, но и метапредметных и личностных результатов. Стандарт ориентирует педагогов на формирование у ученика ключевых компетенций, которые обеспечат ему гибкость и адаптивность по отношению к быстро изменяющемуся миру.

Очевидно, что полное решение таких задач невозможно в рамках преподавания отдельных учебных дисциплин. Только в результате совместного изучения всех предметов общего образования у учащихся сформируются ключевые компетенции, как основа умения учиться. Поэтому на первый план должен выступать метапредметный подход в образовании и, соответственно, метапредметные образовательные технологии для того, чтобы решить проблему разобщенности, оторванности друг от друга разных школьных предметов.

Тесная, глубокая и многогранная связь между школьными курсами математики, физики и другими есте-

ственнонаучными предметами является традиционной, и обсуждается достаточно давно (см., например, [2-6]). При этом в качестве основных проблем называется недостаточная теоретическая и практическая подготовка большинства учителей к процессу выявления межпредметных связей и проведения учебных занятий с их реализацией, несовпадение по времени изучения материала различными учебными дисциплинами, а также различия в трактовке одних и тех же понятий в разных школьных предметах. Эти проблемы и возможные пути их преодоления неоднократно обсуждались, например, на Всероссийском фестивале учителей в г. Елабуга [7, 8].

Анализ учебной и методической литературы, а также учебных программ, показывает, что наиболее важные особенности и проявления связи физики и математики лежат в области скалярных и векторных величин, множеств, функциональных зависимостей, графиков функций, дифференциального и интегрального исчисления, ряда геометрических понятий.

Один из аспектов рассматриваемой проблемы связан с соотношением понятий вектора в математике и векторной величины в физике, а также элементов векторной алгебры. Он был обозначен почти полвека назад [2], однако остается актуальным до настоящего времени.

В школьной программе по геометрии понятие вектора вводится в конце 8 класса [9, с. 129; 10, с. 189]. При этом под вектором понимается направленный отрезок. Причем в [9] данное понятие вводится совершенно абстрактно, а в [10] – как обобщение некоторого класса физических величин, которые характеризуются не только своим численным значением, но и направлением в пространстве. С точки зрения физики второй подход более приемлем, хотя и не совсем точен. Дело в том, что понятия «вектор» и «векторная величина» тесно связаны между собой, но не являются тождественными. Физика оперирует векторными величинами, которые задаются указанием размера и направления в пространстве. Поэтому направленный отрезок (вектор) является лишь удобным наглядным изображением векторной величины. Векторная величина характеризует какое-либо свойство тела, явления, процесса, существующее реально, её можно измерить. Понятия «измерение вектора» не существует.

В школьном курсе физики понятие векторной величины появляется уже в 7 классе при изучении силы, т.е. раньше, чем понятие вектора в математике. При этом подчеркивается, что «сила – физическая величина, значит, ее можно измерить» [11, с. 56] и вводится соответствующее обозначение  $\vec{F}$ .

Другим важным моментом является то, что геометрия имеет дело со свободными векторами. Геометрический вектор может быть перенесен в любую точку пространства. С физическими векторными величинами так вольно обращаться нельзя. Например, одна и та же сила, но приложенная в разных точках тела вызывает совершенно разные механические воздействия. Если тело является абсолютно твердым, то силу можно переносить, но только вдоль линии ее действия. Поэтому, в частности, геометрическая сумма всех сил и их равнодействующая это в общем случае разные понятия.

Особое внимание необходимо обратить на то, что при изучении векторной алгебры в математике подробно рассматривается сложение и вычитание векторов, умножение вектора на число, скалярное произведение векторов. Однако совершенно не рассматривается такое необходимое для физики понятие, как проекция вектора на ось [12]. При решении огромного числа физических задач необходимо осуществлять переход от векторных уравнений и законов к скалярным выражениям. Как правило, это выполняется при помощи проектирования векторных уравнений на оси выбранной системы координат. Поэтому введением понятия проекции вектора на ось и отработкой навыков нахождения проекций различных векторов приходится заниматься на уроках физики или при проведении интегрированных уроков. Однако при этом не следует забывать и о других, чисто геометрических методах.

Продемонстрируем это на примере классической ситуации, к которой приводит ряд школьных задач по разделу «Статика». Это точка, которая находится в равновесии под действием трех сил (см., рис. 1а).

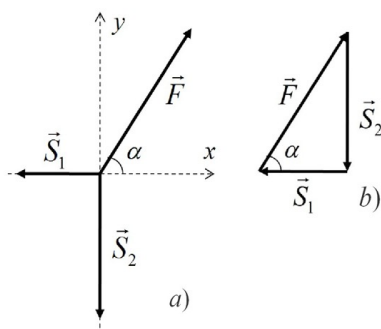


Рисунок 1- Два подхода к решению одной из задач статики

Пусть, например, дана величина силы  $F$  и угол  $\alpha$ , необходимо найти  $S_1$  и  $S_2$  (это могут быть силы реакции опор, стержней, натяжения нитей и т.д.).

Поступим вначале традиционным для физики способом. Напишем векторное условие равновесия:

$$\vec{F} + \vec{S}_1 + \vec{S}_2 = 0.$$

Выберем систему координат, направив оси вдоль неизвестных сил. Проектируя векторное уравнение на оси координат, получаем:

$$Ox: F \cos \alpha - S_1 = 0, \quad Oy: F \sin \alpha - S_2 = 0.$$

Решая полученную систему уравнений, находим неизвестные величины.

Вспользуемся теперь геометрическими соображениями. Если сумма векторов равна нулю, то ломаная, построенная на этих векторах должна быть замкнута. В данном случае это будет прямоугольный треугольник (см., рис. 2б), из которого сразу находятся неизвестные величины – катеты

$$S_1 = F \cos \alpha, \quad S_2 = F \sin \alpha.$$

Остановимся еще на одном важном моменте. В курсе физики встречаются скалярные выражения, которые на самом деле имеют геометрический смысл. На это также следует обращать особое внимание. Так, например, механическая работа вводится при помощи следующей формулы

$$A = F S \cos \phi.$$

На самом же деле, работа это скалярное произведение вектора силы и вектора перемещения, которое вычисляется по данной формуле. В подобном соотношении находится и ряд других физических величин. Здесь необходимо отметить, что особенно ярко связь геометрии и физики проявляется при изучении геометрической оптики [13], что следует уже из самого названия данного раздела физики.

Другим, на наш взгляд, важнейшим аспектом является использование дифференциального исчисления при решении школьных задач по физике [14, 15]. Актуальность этого связана с тем, что в последнее время задачи, требующие применения знаний высшей математики, все чаще встречаются как в заданиях ЕГЭ по физике, так и в предметных олимпиадах различного уровня [16]. Кроме того, глубокий смысл понятия производной, как «скорости» изменения функции при изменении ее аргументов, имеет огромное значения для широкого круга областей человеческого знания [17, 18].

Основная проблема здесь, на наш взгляд, состоит в том, что важнейшее понятие производной функции вводится в школьном курсе математики только в конце десятого или в начале одиннадцатого класса. В курсе же физики оно появляется уже в начале десятого класса при изучении раздела «Механика» при введении основных кинематических понятий скорости и ускорения.

Мгновенная скорость определяется как векторная величина, равная пределу отношения перемещения к промежутку времени, за который оно произошло при стремлении последнего к нулю. Таким образом, вектор скорости материальной точки в данный момент времени равен производной перемещения по времени. Совершенно аналогично вводится и ускорение. Т.е., вектор ускорения материальной точки в данный момент времени равен производной скорости по времени.

Использование понятия производной и операции дифференцирования существенно расширяет круг задач, доступных для решения школьникам. Так, например, задачи на нахождение скорости и ускорения материальной точки по известному уравнению движения могут быть решены теперь не только для равнопеременного, но для любого вида движения. Без использования данного понятия и знаний правил дифференцирования невозможно полное и глубокое рассмотрение ряда важнейших тем.

Например, гармонических колебаний. Кроме того, следует отметить, что огромное метапредметное значение имеют задачи на нахождение наибольшего и наименьшего значения функций с физическим содержанием, которым в традиционном курсе математики практически не уделяется внимания.

Приведем в качестве примера известную задачу, различные вариации которой содержатся в заданиях ЕГЭ по физике.

*Задача.* Источник тока с ЭДС  $\mathcal{E}$  и внутренним сопротивлением  $r$  замкнут на внешнее сопротивление  $R$ . При каком значении сопротивления  $R$  выделяющаяся на нем полезная мощность будет наибольшей?

*Решение.* Полезная мощность, выделяющаяся на резисторе  $R$ , по закону Джоуля – Ленца равна:  $N = i^2 R$ .

Используя закон Ома для полной (замкнутой) цепи

$$i = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

получаем искомую функцию одной переменной:

$$N = \frac{\mathcal{E}^2 R}{(R + r)^2}.$$

Находим производную этой функции, и приравняв ее к нулю

$$N' = \frac{dN}{dt} = \mathcal{E}^2 \frac{(R+r)^2 - 2R(R+r)}{(R+r)^4} = \mathcal{E}^2 \frac{r^2 - R^2}{(R+r)^4} = 0.$$

$$\Rightarrow R = r.$$

Легко убедиться, что при переходе через данное значение производная меняет знак с плюса на минус, т.е. это точка максимума. Таким образом, полезная мощность в цепи будет максимальной, когда внешнее сопротивление равно внутреннему сопротивлению источника. В этом случае

$$N = N_{\max} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}.$$

Отметим, что данная задача может быть решена и без использования производной, геометрическим методом. Именно такое решение и приводится в сборниках заданий по подготовке к ЕГЭ по физике. Однако использование элементов дифференциального исчисления является наиболее общим и открывает путь к решению широкого круга задач из самых различных областей знания, связанных с нахождением максимального или минимального значения той или иной величины.

Уже из рассмотренных примеров видно, насколько могут быть многогранны и глубоки межпредметные связи математики и физики. Современный учитель должен их знать, понимать и использовать в процессе преподавания своего предмета. В практической работе для их активизации и устранения некоторых несоответствий школьных программ по физике и математике полезными представляются интегрированные уроки, введение соответствующих элективных курсов, а также обращение учителей к вузовским электронным образовательным ресурсам и мультимедийным учебно-методическим комплексам [19-21]. При этом, в силу ограниченного времени на изучения той или иной темы, интегрированные уроки могут носить и фрагментарный характер, т.е. возможно использование интеграции не на всем уроке, а только на каком-либо этапе.

Не следует забывать и о возможностях различных форм внеклассной работы [22-24]. Грамотно организованная внеучебная деятельность создает благоприятные условия для выявления и реализации межпредметных связей, повышает интерес школьников к разным предметам, предлагает известные учащимся факты под новым углом зрения, расширяет их кругозор. Так, например, хорошо спланированная, проведенная и проанализированная Карельский научный журнал. 2016. Т. 5. № 4(17)

зированная производственная экскурсия может стать мощным инструментом формирования метапредметных компетенций. В организации интегрированных занятий и внеклассных мероприятий важную роль должна отводиться групповым и индивидуальным видам самостоятельной работы учащихся творческого и поискового характера [23].

В заключение следует отметить, что не менее важны и обширные межпредметные связи математики и с другими науками. Их своевременное выявление и активизация, как в учебном процессе, так и во внеклассной работе открывает огромное поле деятельности для современного учителя в плане формирования метапредметных компетенций.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования. URL: <http://www.rg.ru/2012/06/21/obrstandart-dok.html> (дата обращения: 29.10.2016).

2. Лернер Я.Ф. Векторные величины в курсе механики средней школы // Физика в школе. 1971. № 2. С. 36-39.

3. Пинский А.А., Самойлова Т.С., Фирсов В.В., Формирование у учащихся общих физико-математических понятий // Физика в школе. 1986. № 2. С. 50-52.

4. Кожекина Т.В. Взаимосвязь обучения физике и математике в одиннадцатилетней школе // Физика в школе. 1987. № 5. С. 65-69.

5. Коробов В.А. Опыт применения математики в преподавании физики // Физика в школе. 1991. № 4. С. 23-26.

6. Тамашев Б.И. Некоторые вопросы связи между школьными курсами физики и математики // Физика в школе. 2002. № 2. С. 54-57.

7. Краснова Л.А. IV Международный фестиваль школьных учителей в Елабуге // Физика в школе. 2013. № 7. С. 61-62.

8. Петрова Е.Б., Сабирова Ф.М. Фестиваль школьных учителей в Елабуге // Физика в школе. 2015. №8. С. 46-48.

9. Погорелов А.В. Геометрия: учеб. для 7–9 кл. общеобразоват. учреждений. 8-е изд. М.: Просвещение, 2007. 224 с.

10. Атанасян Л.С., Бутузов В.Ф., Кадомцев С.Б. и др. Геометрия: учеб. для 7–9 кл. сред. шк. 2-е изд. М.: Просвещение, 2014. 383 с.

11. Перышкин А.В. Физика. 7 кл.: Учеб. Для общеобразоват. учеб. заведений. 6-е изд., стереотип. М.: Дрофа, 2002. 192 с.

12. Шурыгина И.В., Фунт И.П. О понятиях вектора и векторной величины в школьной математике и физике // Инновационная наука. 2016. №3-2. С. 228-229.

13. Журавлева Н.С., Среднева О.А. Межпредметные связи физики и математики при изучении вопросов геометрической оптики в школьном курсе физики // Молодой ученый. 2016. № 6.2. С. 47-50.

14. Рзаев М.Т. Решение математических задач как способ систематизации знаний у учащихся // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2015. № 4 (13). С. 86-89.

15. Шурыгина И.В. Дифференциальное исчисление как один из аспектов межпредметных связей школьной физики и математики // Влияние науки на инновационное развитие: Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ч.2. Уфа: АЭТЕРНА, 2016. С. 165-168.

16. Казарбин А. В., Лунина Ю.В. Олимпиады школьников как индикатор качества образования (на примере физико-математической подготовки школьников в ДВ регионе) // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2016. № 1 (14). С. 57-59.

17. Антонова И.В., Демченкова Н.А., Аблеева А.А. О различных технологиях формирования понятий у учащихся при обучении математике в общеобразователь-

ной школе // Балтийский гуманитарный журнал. 2016. № 1 (14). С. 47-50.

18. Шурыгина И.В., Никитина С.К. Развитие технических интересов школьников на уроках физики и математики // Современные концепции развития науки: Сборник трудов Международной научно-практической конференции. Ч.2. Уфа: АЭТЕРНА, 2015. С. 159-162.

19. Шурыгин В.Ю. О возможности использования вузовских электронных образовательных курсов в процессе преподавания физики в школе // Физика в школе. 2016. № 4. С. 57-60.

20. Shurygin V.Y., Krasnova L.A. Electronic learning courses as a means to activate students' independent work in studying physics // International Journal of Environmental and Science Education. 2016. V. 11, № 8. P. 1743-1751.

21. Бухарев Н.П., Драгунова Е.А. Проектирование межпредметных и мультидисциплинарных учебно-методических комплексов в техническом университете // Азимут научных исследований: педагогика и психология. 2014. № 4. С. 9-12.

22. Samedov M.N.O., Aikashev G.S., Shurygin V.Y., Deryagin A.V., Sahabiev I.A. A study of socialization of children and student-age youth by the express diagnostics methods // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. V.12, No 3. P. 2711-2722.

23. Байрашева Р.Р., Резникова С.Э. Осуществление межпредметных связей во внеучебной деятельности студентов СПО (иностраный язык и история) // Карельский научный журнал. 2016. № 2 (15). С. 7-10.

24. Краснова Л.А., Шурыгин В.Ю. Реализация принципа последовательности и преемственности в работе с одаренными детьми // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 5-2. С. 358-362.

*Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.*