

3. *Ноженкова Л.Ф., Исаева О.С., Колдырев А.Ю.* Учебно-исследовательская система для поддержки деятельности конструктора бортовой аппаратуры командно-измерительной системы космического аппарата // Исследования наукограда. 2015 № 4 (14). С. 68-73.

4. *Колдырев А.Ю.* Программно-инструментальная поддержка учебно-исследовательской подготовки конструкторов бортовой аппаратуры командно-измерительной системы космического аппарата // Решетневские чтения: материалы XVIII Междунар. науч. конф.: в 3 ч. / под общ. ред. Ю.Ю. Логинова. – Красноярск, СибГАУ, 2014. Ч. 2. С. 253-254.

5. *Колдырев А.Ю.* Контроль знаний в учебно-исследовательской системе конструктора командно-измерительной системы космического аппарата // Проблемы информатизации региона. ПИР-2015: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск: ИВМ СО РАН, 2015. С.97-104.

6. *Ноженкова Л.Ф., Исаева О.С., Грузенко Е.А.* Проектирование и разработка программно-математической модели бортовой аппаратуры командно-измерительной системы космического аппарата // Вестник СибГАУ. 2014. Выпуск 2 (54). С. 114-119.

### **Creation of tasks in educational and research system for onboard equipment designer**

*Andrey Yur'evich Koldyrev, engineer, Institute of Computational Modeling SB RAS*

*Evgeniy Andreevich Gruzenko, junior researcher, Institute of Computational Modeling SB RAS*

*In this paper the solution of the problem of task creation of both theoretical and practical skills of a designer in standard and non-standard situations is observed. The education and research system for spacecraft onboard command and measuring system designer is introduced.*

*Keywords: educational and research system, simulation model, onboard equipment*

УДК 371.3: 372.851: 510.2

### **ПОСТАНОВКА, НАУЧНОЕ И ПСИХОЛОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ УЧАЩИХСЯ**

*Светлана Викторовна Коробейникова, социальный психолог, контролер комендатуры*

*E-mail: korobeynikova.sv@mail.ru*

*Войсковая часть № 3382*

*Альберт Михайлович Маренный, д.ф.-м.н, заведующий лабораторией*

*E-mail: amarennyu@rambler.ru*

*ФГУП Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены ФМБА*

*http://ntcrhbg.ru/*

*Ирина Юрьевна Есина, учитель, воспитатель 1 категории*

*Тел.: 8 909 932 9892, e-mail: esina.i.yu@mail.ru*

*МБОУ Центр «Надежда» сопровождения приемных детей*

*Представлены результаты педагогического эксперимента, направленного на изучение возможности проведения учащимися общеобразовательных учреждений научных исследований в области математики и естествознания. На конкретном примере показано, что при адекватном руководстве исследованием могут быть получены нетривиальные научные результаты.*

*Ключевые слова: общеобразовательное учреждение, учащиеся, исследовательские работы, научное сопровождение, математика, естествознание.*

Важным аспектом инновационных методик преподавания математики и естественнонаучных дисциплин в общеобразовательном учреждении является развитие у учащихся исследовательских навыков, развитие способности к самостоятельному мышлению. Необходимо разбудить в детях любознательность, которая во многом определяет интерес учащихся к учебному процессу, повышает эффективность обучения и способствует развитию творческого потенциала.



**С.В. Коробейникова**

носительность получаемых результатов.

Настоящая работа инициирована в рамках научной программы международной исследовательской группы “*Independent Research Group*” и является частью цикла работ, направленных на совершенствование школьного образования. В статье представлены результаты педагогического эксперимента, целью которого было изучение возможности проведения учащимися общеобразовательных учреждений научных исследований в области математики и естествознания. Содержание работ, выполненных учащимися в ходе эксперимента, и полученные ими выводы оказались в ряде случаев нетривиальными и составили основу для полноценных научных публикаций. Настоящая статья является развитием и обобщением исследований [1; 2].



**А.М. Маренный**

### Методика исследования

Для постановки исследовательских работ руководители эксперимента использовали следующие приемы:

- индивидуальная работа с учащимися, либо выполнение исследований в рамках малой психологической группы.
- учет личных возможностей и уже сформировавшихся интересов учащихся. К научному исследованию следует привлекать только тех учащихся, кто имеет к этому способности, желание и возможности;

– заинтересованный и благожелательный контроль за выполнением поставленной задачи, интеллектуальное соучастие в ее выполнении (помощь в поиске путей решения, обсуждение альтернативных вариантов и т.д.);

– содействие участию учащихся в научных мероприятиях (олимпиадах, конкурсах, конференциях);

– организация творческих встреч учащихся с известными деятелями науки, посещение ведущих научных центров (при отсутствии такой возможности – проведение заочных экскурсий на основе информационных ресурсов Интернета).

Важным аспектом является обучение учащихся работе с литературными источниками. Необходимо прививать учащимся любовь к книге; работа только с Интернетом не способствует полному раскрытию творческого потенциала.

Исследовательская работа учащегося должна приносить радость познания и чувство самоутверждения. Необходимо оказывать учащимся помощь в вопросе правильного распределения времени с целью недопущения значительной их перегрузки. Важным является установление рабочего контакта и взаимопонимания с родителями учащихся, выполняющих исследовательскую работу.

### Описание эксперимента с постановкой задачи в области математической аксиоматики

Перед учащимися был поставлен следующий вопрос: «Математика является неотъемлемой составной частью всех естественнонаучных дисциплин. В особенности это характерно для физики. Физика, как точная наука, не может существовать без математики и использует все ее операции, законы и правила. Можно ли допустить проникновение фундаментальных законов естествознания в основы математики?»

Мнения учащихся разделились. Большинство учащихся высказали убеждение, что аксиоматика математики уже построена, и ее нельзя нарушать. Однако некоторые учащиеся сочли возможным пересмотр и расширение аксиоматики математики и ссылались при этом на опыт Н.И.Лобачевского.

Заинтересовавшись поставленной задачей, один из учащихся написал по этому поводу специальный реферат. Тема реферата при поддержке руководителей эксперимента была далее разработана учащимся более детально и доведена до уровня полноценного научного исследования.

Рассмотрим динамику данного исследования и полученные результаты более подробно.

Позиция учащегося заключалась в следующем. Задача ученых, занимающихся основами какой-либо науки – приблизить аксиоматику к реальности окружающего мира. Если в исходных аксиомах содержатся ложные утверждения, или отсутствуют утверждения, отражающие важные свойства окружающего мира, то научное здание, построенное на таком фундаменте, обязательно будет иметь дефекты. И наоборот, чем правильнее аксиоматика будет отображать свойства окружающего мира, тем правильнее будут и полученные на основе такой аксиоматики научные результаты и выводы.

Математика выросла из реального мира как средство решения практических задач – счетных, геометрических, астрономических. Сохранение связи математики с реальным миром является одной из ее главных задач. Если математика будет использовать в своем развитии только абстрактные понятия и внутреннюю аксиоматику, то она будет способна производить мысленные конструкции, не имеющие связи с реальностью. В подтверждение правильности своих рассуждений учащийся использовал, в частности, ссылки на работы В.И.Арнольда [3-5] и В.А.Успенского [6].

Для большей взаимосвязи математики и естествознания целесообразно дополнить основания математики научными положениями, отражающими основополагающие свойства физического мира. Такую расширенную аксиоматику автор исследования предложил называть физической аксиоматикой математики.

В аксиоматику математики были введены следующие положения:

- *постулат П1*. Физический мир не содержит пустоты. Любая часть физического мира заполнена той или иной физической сущностью;
- *постулат П2*. Движение – неотъемлемое свойство физического мира;
- *постулат П3*. Пространство (протяженность) – неотъемлемое свойство физического мира;
- *аксиома А1*. Всякое свойство физического объекта в количественном выражении может быть представлено числом конечного значения.

Из выдвинутых научных положений получено следствие, согласно которому в физическом мире все однородные величины соизмеримы, и всякое физическое свойство ограничено снизу определенным, характерным для данного свойства, минимальным значением, отличным от нуля. Под однородными величинами понимаются величины, имеющие одну физическую природу.

Частными следствиями утверждается существование в физическом мире минимальной длины и минимальной массы. Эти утверждения имеют особый физический смысл, они влияют на наше представление об устройстве окружающего мира.

Для показания истинности утверждения о существовании минимальной массы учащимся был проведен анализ спектра масс элементарных частиц. Этот анализ позволил выделить группу частиц с одной физической природой массы покоя. Рассматривая данную группу как множество однородных величин, алгебраическим методом было определено численное значение минимальной массы ( $34,75 \text{ МэВ}/c^2$ ).

Для показания истинности утверждения о существовании минимальной длины учащийся провел анализ данных, характеризующих размеры фундаментальных объектов, относящихся к различным иерархическим структурам. Графическим методом, с использованием экстраполяции, определено значение минимальной длины ( $\sim 10^{-17} \text{ м}$ ).

Руководители работы предложили учащемуся рассмотреть и проанализировать следующую антиномию: «Всякий отрезок имеет определенную конечную длину. Всякая конечная длина, в принципе, должна описываться числом, имеющим конечное значение. Однако, соглас-

но расчетам, выполненным на основе теоремы Пифагора, длина отрезка может выражаться иррациональным числом. Каков физический смысл такого математического описания длины?».

Учащийся показал, что заключенное в данной антиномии противоречие обусловлено тем, что в физическом мире область применения теоремы Пифагора ограничена. Это ограничение связано с кривизной реального физического мира (необходимо учитывать при рассмотрении объектов макромира) и с существованием минимальной длины (что существенно для микромира).

Перед учащимся был поставлен вопрос: «Как объяснить несоизмеримость длины радиуса и окружности? Несοизмеримость этих двух величин вступает в противоречие с выводом физической аксиоматики математики о существовании минимальной длины и, как следствие, с выводом о соизмеримости длины любых отрезков».

Полученный после долгих и, по-видимому, трудных размышлений ответ оказался поразительным по глубине. Этот ответ заключался в следующем.

В математике длина рассматривается как некая протяженность, безотносительно к физической природе рассматриваемого (измеряемого) объекта. Длина отрезка, дуги, окружности, любой криволинейной линии понимается в математике единообразно – как вполне определенная протяженность объекта, как «длина вообще». Но является ли эта абстракция полностью применимой к объектам физического мира? Другими словами, можно ли считать измеренные величины длины различных физических объектов однородными величинами?

Автор исследования пришел к выводу, что радиус и окружность следует рассматривать как проявление различных свойств физического мира. Длина радиуса и длина окружности не являются однородными величинами, поэтому они несоизмеримы.

Руководители работы поставили перед учащимся завершающий вопрос: «Проявлению каких свойств физического мира соответствуют радиус и окружность? В научных положениях физической аксиоматики математики есть указание только на одно свойство – пространство (протяженность)».

Ответ заключался в следующем. Философия и современная физика признают существование двух основополагающих свойств материального мира – пространства и времени. Окружающий нас мир рассматривается в современном естествознании как пространственно-временная непрерывность. Будем считать, что линейный размер физических объектов, в частности радиус, связан с проявлением свойства пространства (протяженности). Что касается окружности и эллипса, являющихся сечением фигур вращения, то мы не можем связывать их происхождение со свойством времени. Время, само по себе, не может являться причиной образования в природе волновых процессов и тел вращения. Следовательно, существует еще и другое основополагающее свойство физического мира, с которым следует связывать образование в Природе тел вращения, например, звезд и планет.

Автор исследования предложил обратить внимание на такие физические явления, как электромагнитная волна, электрический заряд, магнитное и электрическое поле. Эти явления, в том или ином виде, проявляются в каждом объекте и процессе физического мира. Очевидно, что все эти явления обусловлены проявлением некоторого основополагающего свойства физического мира. Учитывая характер проявления данного свойства, его можно назвать «электромагнитным свойством». По-видимому, именно это фундаментальное свойство физического мира является источником волновых процессов и причиной образования в Природе тел вращения.

### **Оформление результатов**

В ходе проведенного педагогического эксперимента учащийся общеобразовательного учреждения выполнил полноценное научное исследование в смежной области математики и физики, характеризующееся принципиальной научной новизной. Результаты исследования затронули фундаментальные вопросы математики, физики, философии. Принципиальным выводом автора исследования стало теоретическое предсказание существования фундаментального свойства физического мира, отличного от пространства и времени, и выдвинута гипотеза о физической природе этого свойства.

Учитывая интерес учащегося к проведению данного исследования и нетривиальность получаемых результатов, руководители эксперимента содействовали их оформлению в форме научных публикаций. Учащийся получил исчерпывающие консультации о правилах подготовки научных публикаций. Также ему было оказано содействие в стилистической обработке рукописей. Благодаря поддержке родителей учащегося, руководители эксперимента имели возможность организовывать его поездки (с сопровождением) на научные мероприятия с устными

и стендовыми докладами. Опубликованные работы учащегося относятся к областям математики [7], естествознания [8], философии [9].

### **Заключение**

Авторы считают, что в данной работе новыми являются следующие положения и результаты. Изучена возможность проведения учащимися общеобразовательных учреждений научных исследований в области математики и естествознания. Показано, что для организации успешной научно-исследовательской работы учащихся определяющим является интеллектуальная и психологическая поддержка, которую могут обеспечить каждому учащемуся руководители данной работы. Именно правильное научное руководство исследованием обеспечивает положительную динамику творческого процесса. Важным стимулирующим элементом исследований, выполняемых учащимися общеобразовательных учреждений, является надлежащее оформление и публикация полученных результатов. На конкретном примере показано, что при адекватном руководстве исследованием могут быть получены нетривиальные научные результаты.

*Авторы выражают благодарность ведущему научному сотруднику ФГУП НТЦ РХБГ ФМБА России Владимиру Ивановичу Астафурову за содействие в проведении исследования.*

### **Литература**

1. *Маренный А.М., Есина И.Ю.* О возможности проведения учащимися общеобразовательных учреждений научных исследований в области математики // Физико-математические и естественные науки: сб. науч. трудов / науч. ред. А.В.Бобырев. – М.: Изд-во «Перо», 2012. С. 61-64.
2. *Маренный А.М., Краснова В.А., Есина И.Ю.* О возможности проведения научных исследований в области математики и естествознания учащимися общеобразовательных учреждений // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации / МГПУ. Т. IV. – М.: Научная книга, 2012. С. 221-226.
3. *Арнольд В.И.* О преподавании математики // Успехи матем. наук. 1998. Т. 53. Вып. 1 (319). С. 229-234.
4. *Арнольд В.И.* Математическая дуэль вокруг Бурбаки // Вестник РАН. 2002. Т. 72. № 3. С. 245-250.
5. *Арнольд В.И.* Что такое математика? / 2-е изд. – М.: Изд-во МЦНМО, 2008. 104 с.
6. *Успенский В.А.* Апология математики / 2-е изд. – СПб.: Амфора, 2012. 554 с.
7. *Астафурова М.В.* Опыт построения физической аксиоматики математики. – Бугульма: НО ФЭН-НАУКА, 2013. 84 с.
8. *Астафурова М.В., Маренный А.М.* Обоснование существования минимальной массы и расчет ее численного значения // Образовательные ресурсы и технологии. 2014. № 1 (4). С. 262–269. URL: [http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot\\_2014\\_1\\_262-269.pdf](http://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot_2014_1_262-269.pdf)
9. *Астафурова М.В.* О существовании фундаментального свойства физического мира, отличного от пространства и времени // Новые идеи в философии. — Пермь: Изд-во Перм. гос. нац. иссл. ун-та, 2014. Вып. 1 (22). Т. 2. С. 164-172.

## **Definition and scientific and psychological support of students' research works**

*Svetlana V. Korobeynikova, Social Psychologist, The controller of military checkpoint*

*Al'bert Mihaylovitsh Marennyy, D.Sc., Head of the laboratory*

*Irina Yur'evna Esina, Teacher, The Educator of I category*

*The article presents the results of a pedagogical experiment. The ability to perform scientific studies in the field of mathematics and science by students is investigated. By a specific example it is shown that non-trivial scientific results can be obtained with adequate guide.*

*Keywords: general education institutions, pupils, scientific researches, scientific support, mathematics, natural history*