

УДК 001.891–053.5

Осипенко Л.Е.

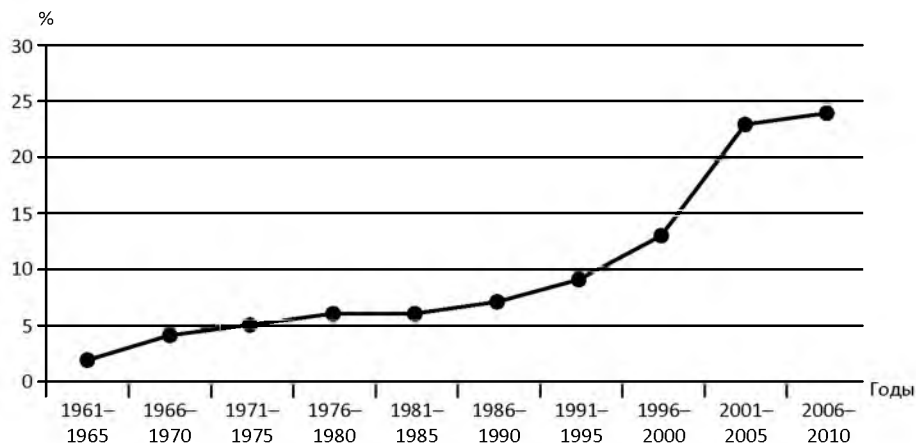
## НАУЧНАЯ И УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ШКОЛЬНИКОВ В ОБЛАСТИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК: ПОИСКИ ИНВАРИАНТОВ

**Ключевые слова:** естественные и гуманитарные науки, научная и учебно-исследовательская деятельность, структура исследования, математическое ядро, методы научного познания, дискуссия.

В век современной техногенной цивилизации на многие сферы человеческой деятельности оказывает влияние наука. Ассимиляция научных знаний, развитие осведомленности людей о возможностях науки посредством телевидения и кинопродукции, сети Интернет породили не только принципиально новые области профессиональной деятельности, но и стали неотъемлемой частью многих традиционных специальностей. Экспансия молодых людей в профессиональные области, связанные с научными достижениями, открывает широкие потенциальные возможности к ранней возрастной самореализации, повышению социального статуса, достижению социального успеха, что придает особую привлекательность технологиям обучения, базирующимся на методологии науки. Не случайно министр образования и науки РФ Д.В. Ливанов одним из приоритетных направлений считает «интеграцию науки и образования» [1]. Однако исследования PISA [2] показали, что по таким ключевым исследовательским компетенциям, как выдвижение гипотез, прогнозирование, обобщение, анализ, российские школьники значительно отстают от своих сверстников из большинства развитых стран мира. Причины отставания научный руководитель Института образования высшей школы экономики И.Д. Фрумин видит «в недостаточном распространении исследовательских технологий» [3].

Дискуссии по исследовательскому обучению школьников ведутся уже достаточно давно, о чем свидетельствует количество защищенных диссертаций по данной проблематике (рисунок).

Генезис диссертационных исследований специалистов из России, Беларуси и Украины (объем выборки – 892 работы) позволил выделить типовые,



Количество защищенных диссертаций по различным аспектам учебно-исследовательской деятельности школьников

обобщенные проблемы в данной объектной области. Так, актуален вопрос об особенностях организации учебно-исследовательской деятельности (УИД) в условиях сельских школ, гимназий и лицеев, научных обществ учащихся. Широко освещена проблематика формирования исследовательских умений обучающихся разных возрастов (в том числе дошкольников и младших школьников) в различных предметных областях [4; 5] и др.

Во многих работах предметом обсуждения является вопрос: какие аспекты научно-исследовательской деятельности могут быть использованы в процессе обучения школьников? Так, В.С. Леднев считает, что систематическому изучению подлежат стороны действительности, которые в сумме составляют предмет науки. А.В. Усова предлагает программировать познавательный процесс учащихся комплексом обобщенных планов, отражающих тот или иной аспект научной деятельности. Л.Я. Зорина выявила возможности переконструирования знаний учащихся в систему, адекватную структуре научной теории. Однако, несмотря на различие точек зрения, многие авторы,

в том числе зарубежные [6; 7 и др.], едины во мнении, что невозможен механистический перенос отдельных компонентов науки в учебный процесс. «Должен существовать “фильтр”, пропускающий только необходимое для реализации целей обучения и учитывающий возрастные потребности школьников» [8]. В качестве такового, на наш взгляд, могут выступать дидактически адаптированные инварианты<sup>1</sup> научного познания, которые будут сохраняться в учебно-исследовательской деятельности школьников. Поиск таковых и составил цель данной публикации. Однако прежде мы сочли необходимым определить собственные теоретико-методологические установки, обозначить, какой стиль научного познания был взят нами за основу.

Традиционно в философских науках различают естественнонаучный и гуманитарный стили познания. Кратко охарактеризуем каждый из них.

В естественных науках изучается объективная реальность. Чтобы осмыс-

<sup>1</sup> Инвариант (от лат. *invarians* – неизменный) – характеристики, которые не изменяются от тех или иных связанных с ними преобразований.

лить то или иное природное явление, следует предложить гипотетическое объяснение и проверить его. Критерием истинности естественнонаучных знаний служит опыт, в ходе проведения которого субъектность исследователя должна быть минимизирована. В естественных науках значима роль математики, позволяющей установить количественные соотношения между различными величинами.

Гуманитарные дисциплины отличается собственная методологическая автономия. Так, объект гуманитарного познания одновременно является и его субъектом, неповторимым и своеобразным. Гуманитарное познание направлено на понимание человека во всем многообразии его поступков и действий в различных ситуациях. Следует также отметить диалогичный характер гуманитарного познания.

Однако, по мнению известного российского философа В.С. Степина, со второй половины XX в. намечено стирание жесткой грани между естественнонаучным и гуманитарным знанием. Наряду с сохраняющейся дисциплинарной организацией знания, идет активное формирование междисциплинарного знания, в котором науки объединяются в процессе решения конкретной проблемы. Ученые считают, что в настоящее время есть все предпосылки обсуждать новый тип «интеграции естественных наук о человеке». Речь идет не о возникновении некой единой науки, а о принципиальном единстве их исследовательских методов. Так, сегодня многие ученые в сфере естественных наук изучают механизмы функционирования и эволюции таких уникальных систем, как Вселенная, Солнечная система, Земля. Их исследование привело к рождению идеи глобального эволюционизма, в которой отражен исторический характер природных законов.

Еще одной характерной особенностью современных наук признана их усиленная математизация. В последнее время не только естественные, но и гуманитарные науки, например педагогика, психология и социология и др., широко используют сугубо специфические методы естественных наук: эксперимент, корреляционный и факторный анализ и др.

Следует отметить, что в естественных науках прослеживается стремление к эстетическому совершенству, которое всегда было отличительной чертой гуманитарных дисциплин. Например, по мнению известного английского математика Г.Х. Харди, первым критерием истинности математической идеи может являться ее красота, поскольку в мире нет уродливой математики.

В последние десятилетия не только гуманитарные, но и естественные науки заметно тяготеют к изучению объектов, отмеченных изначальным присутствием человека. Этот факт нашел отражение в исследованиях, выполненных в рамках синергетического подхода. Так, Р.А. Браже в книге «Синергетика и творчество» поднимает проблему единства гуманитарной и естественнонаучной культур, анализируя произведения искусства с позиций самоорганизации неравновесных динамических систем. Им показана трансляционная симметрия ритма и рифмы в поэзии, возможности описания пропорций знаменитых статуй с помощью золотого сечения и др. [9].

Развитие современной науки немыслимо без научной коммуникации. Поскольку по многим научным проблемам не выработано единого мнения, в умах ученых и по сей день соперничает множество течений и концепций, – стала ясна необходимость «дискуссионной площадки», на

которой выдвигаются, сопоставляются, сталкиваются различные точки зрения, происходит борьба исследовательских позиций, отвергаются одни решения, защищаются и утверждаются другие.

В истории обучения есть немало примеров, когда в рамках одной и той же парадигмы (термин Т. Куна) создавались учебные курсы с разной, но в то же время изоморфной логической структурой. Поскольку перед школьными учебными дисциплинами стоят общеобразовательные задачи, то связь научной и учебно-исследовательской деятельности на естественнонаучных дисциплинах не должна быть очень жесткой, «достаточно их изоморфности<sup>1</sup>, чтобы обеспечить интеграцию науки в процесс обучения школьников» [10].

Сопоставительный анализ показал, что в качестве первого инварианта может выступать структура исследования. В естественных науках эмпирические факты являются основанием для формулирования проблемы, которая постепенно уточняется, конкретизируется, наполняется более глубоким содержанием. В результате поиска ее решения зарождается первоначальное предположение, дальнейшее развитие которого приводит к формулировке гипотезы. Однако истинность гипотезы необходимо доказать путем теоретического объяснения полученных ранее фактов. Если теоретические выкладки экспериментально подтверждаются, то исходные положения могут быть приняты в качестве теории.

В естественных науках, кроме опыта, еще одной формой верификации нового знания признана дискуссия. Ее эффективность объясняется тем, что

она позволяет подойти к поиску решения научной проблемы с разных исследовательских позиций, способствуя «привлечению наибольшего количества необходимых исходных данных, которые часто существуют разрозненно в различных частях соответствующей системы или совокупности знаний, осуществить разнообразную и всестороннюю проверку предложенных точек зрения, помогает уточнить и улучшить перспективные решения, наметить пути и подходы к достоверному результату» [11].

Вторым инвариантом научной и учебно-исследовательской деятельности школьников мы считаем методы научного познания. К ним могут быть отнесены наблюдение, измерение, эксперимент, ориентированные на получение эмпирических данных, а также теоретические методы исследования: анализ, синтез, моделирование, индукция, дедукция, позволяющие разработать оригинальные и применить известные понятия и теории, построить различные идеализации и модели, ведущие к получению нового знания.

Ю.М. Лотман в качестве инварианта научной и учебно-исследовательской деятельности выделяет метаязык, позволяющий «всю систему воспринимать с субъективной точки зрения в качестве некоторого единства» [12]. На наш взгляд, в естественных науках в качестве метаязыка может быть принят язык математики с точно построенным синтаксисом, устанавливающим однозначные правила связи между знаками безотносительно их содержания.

В целом математическое содержание УИД можно условно разделить на три кластера. Первый из них носит количественный характер и позволяет зафиксировать и обобщить исходные числовые данные.

1 Изоморфные (от др.-греч. ἴσος – равный, одинаковый, подобный и μορφή – форма) – имеющие одинаковую структуру.

Второй математический кластер имеет сугубо формальный характер и предполагает оперирование различными формально-логическими абстракциями. В частности, он включает в себя представления о математическом моделировании как методе познания природы, использование математической символики для записи отношений между величинами, графическое представление и оперирование различными зависимостями.

Однако в исследованиях по естественным наукам математические формулы должны быть наполнены конкретным содержанием, критически оценены и согласовываться с результатами эмпирических исследований. Поэтому третий математический кластер носит формально-эмпирический характер и предполагает идентификацию формальных математических конструкций с экспериментально полученными эмпирическими данными.

Выделенные нами инварианты научной и учебно-исследовательской деятельности, на наш взгляд, могут рассматриваться в качестве ядра пропедевтической подготовки будущих бакалавров (в качестве примера нами взята специальность 010900 «Прикладные математика и физика» (квалификация «бакалавр»)). Для обоснования данного тезиса в таблице сопоставим выделенное нами ядро содержания учебно-исследовательской деятельности школьников и содержание подготовки бакалавров к научно-исследовательской деятельности, обозначенное в ФГОС ВО [13]. Анализ таблицы наглядно демонстрирует их соответствие.

Таким образом, в настоящее время исследовательская деятельность уже рассматривается не как специфическая деятельность ученых, а как особая часть жизни общества. Переосмыс-

Сопоставительный анализ ФГОС высшего образования по специальности 010900 «Прикладные математика и физика» (квалификация «бакалавр») и ядра содержания учебно-исследовательской деятельности школьников

| Профессиональные умения бакалавра в сфере научно-исследовательской деятельности                                                                                                  | Ядро содержания учебно-исследовательской деятельности школьников                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Проведение наблюдений и измерений, выполнение экспериментов                                                                                                                      | Наблюдение и эксперимент как эмпирические методы исследования                                                                      |
| Сбор и обработка научной и аналитической информации с использованием современных программ, средств и методов вычислительной математики, компьютерных и информационных технологий | Обработка и интерпретация экспериментальных данных. Понятие о погрешности измерений                                                |
| Построение физических, математических и компьютерных моделей изучаемых процессов и явлений                                                                                       | Понятие модели. Моделирование как метод исследования природы. Построение математической и компьютерной модели исследуемого явления |

ливается историческая изменчивость идеалов и норм познания, констатируется все усиливающееся влияние науки на учебную деятельность школьников, студентов, на процесс становления будущих профессионалов. Это обусловило актуальность поиска инвариантов научной и учебно-исследовательской деятельности. Для естественных наук в качестве таковых могут быть приняты эмпирические и теоретические методы научного познания, язык математики, а также структура исследования.

Анализ учебно-исследовательской деятельности в подобном контексте открывает новые горизонты в ее более глубоком понимании и может послужить теоретико-методологическими установками в решении практических задач, например использоваться в качестве пропедевтической подготовки

**будущих бакалавров по специальности  
«Прикладные математика и физика»  
в сфере исследовательской деятель-  
ности.**

**Библиография**

1. Образование в России: федеральный справочник / Центр стратегического партнерства. М.: Центр стратегического партнерства, 2013. Т. 9. С. 47.
2. Owens, T.L. Thinking Beyond League Tables: a review of key PISA research questions. URL: [http://www.academia.edu/3707750/Thinking\\_Beyond\\_League\\_Tables\\_a\\_review\\_of\\_key\\_PISA\\_research\\_questions](http://www.academia.edu/3707750/Thinking_Beyond_League_Tables_a_review_of_key_PISA_research_questions).
3. Образование в России: федеральный справочник. Т. 9. С. 58.
4. Барашко Е.Н. Формирование исследовательской компетенции школьников в процессе их поисково-исследовательской деятельности // Известия Южного федерального университета. Педагогические науки. 2011. № 10. С. 104–111.
5. Куликовская И.Э., Совгир Н.Н. Детское экспериментирование: метод. пособие). М.: Педагогическое общество России, 2003.
6. Vedder-Weiss, D. and D. Fortus, 2013. School, teacher, peers, and parents' goals emphases and adolescents' motivation to learn science in and out of school. Journal of Research in Science Teaching, 50 (8): 952–988.
7. Голин Г.М. Образовательные и воспитательные функции методологии научного познания в школьном курсе физики: дис. ... д-ра пед. наук. Коломна, 1986.
8. Голин Г.М. Указ. соч. С. 25.
9. Браже Р.А. Синергетика и творчество: учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. Ульяновск: УлГТУ, 2002.
10. Голин Г.М. Указ. соч. С. 31.
11. Майданов А.С. Структура и динамика процесса научного творчества: дис. ... д-ра филос. наук. М., 1987. С. 172.
12. Лотман Ю.М. Избранные статьи: в 3 т. Таллинн: Александра, 1992. Т. 1. С. 39–40.
13. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования. URL: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1>.

**Bibliography**

1. Education in Russia: federal reference book. Center of strategic partnership, 2913 (vol. 9). Moscow: published by Center of strategic partnership: 47. (rus)
2. Owens, T.L. Thinking Beyond League Tables: a review of key PISA research questions. URL: [http://www.academia.edu/3707750/Thinking\\_Beyond\\_League\\_Tables\\_a\\_review\\_of\\_key\\_PISA\\_research\\_questions](http://www.academia.edu/3707750/Thinking_Beyond_League_Tables_a_review_of_key_PISA_research_questions).
3. Education in Russia: federal reference book (vol. 9): 58. (rus)
4. Barashko, E.N., 2011. Formation of research competence of schoolchildren during their research activity. News-Bulletin of Southern Federal University. Pedagogical Sciences, 10: 104–111. (rus)
5. Kulikovskaya, I.E. and N.N. Sovgir, 2003. Children experimenting: teaching manual. Moscow: published by pedagogical society of Russia. (rus)
6. Vedder-Weiss, D. and D. Fortus, 2013. School, teacher, peers, and parents' goals emphases and adolescents' motivation to learn science in and out of school. Journal of Research in Science Teaching, 50 (8): 952–988.
7. Golin, G.M., 1986. Educational and nurtutring functions of methodology of scientific knowledge in a school course of physics: Doctoral Thesis in Pedagogy. Kolomna. (rus)
8. Golin, G.M. Op. cit.: 25.
9. Brazhe, R.A., 2002. Synergetics and creativity: teaching manual. 2<sup>nd</sup> ed., corr. Ulyanovsk: published by Ulyanovsk State Technical University. (rus)
10. Golin, G.M. Op. cit.: 31.
11. Maydanov, A.S., 1987. Structure and dynamics of scientific creativity: Doctoral Thesis in Philosophy. Moscow: 172. (rus)
12. Lotman, Yu.M., 1992. Selected articles: in 3 vols. (vol. 1). Tallinn: published by Alexandra: 39–40. (rus)
13. Portal of Federal state educational standards of higher education. URL: <http://fgosvo.ru/fgosvpo/7/6/1>. (rus)