УДК 372.862

СОЦИАЛЬНЫЕ, ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ ТРУДНОСТЕЙ ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ И ПРОГРАММИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ СТУДЕНТАМИ

Фокин Р.Р.

ФГКБОУ ВО «Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского»,
Санкт-Петербург, e-mail: rrfokin@yandex.ru

По тематике данная статья является продолжением предыдущих статей того же автора, где в качестве ведущих причин трудностей преподавания и изучения математики и программирования в настоящее время рассматривались причины психологические во взаимосвязи с социальными. В окружающем нас социуме (в частности, в России) люди с преобладающей способностью мгновенно оценивать ситуацию в целом на невербальном интуитивном уровне (художественный, правополушарный тип) имеют ведущие социальные преимущества перед людьми с преобладающей способностью к вербальному анализу ситуации, например в виде формальных логических выводов (мыслительный, левополушарный тип). Это характерно для последних 3 десятилетий. В 1960-е гг. было иначе. Сейчас в результате эволюции доля первых растет, а доля вторых падает. Но способностями к математике и программированию обладают преимущественно вторые, а не первые! Заметим, что и существующие методики обучения ориентированы именно на вторых. Привнесение образности в методику обучения математике и программированию помогло бы снизить остроту отмеченных проблем. Рассматриваются некоторые характерные особенности мышления правополушарных людей, такие как фрагментарность и ассоциативность. Также обсуждаются и причины указанных выше трудностей, высказываемые другими авторами. Среди них введение Единого государственного экзамена, других научно не обоснованных новаций, как, например, преподавание высшей математики в средней школе, внедрение в высшей и средней школе дисциплин, адекватность содержания которых сомнительна.

Ключевые слова: методика обучения, математика, информатика, программирование, виды мышления, образность обучения, асимметрия мозга

SOCIAL, PSYCHOLOGICAL AND METHODOLOGICAL REASONS FOR THE DIFFICULTIES OF STUDYING MATHEMATICS AND PROGRAMMING BY MODERN STUDENTS

Fokin R.R.

*Federal State Public Military Institution of Higher Education
«Military space Academy named after Mozhaisky», Saint-Petersburg, e-mail: rrfokin@yandex.ru*

This article is a continuation of previous articles by the same author, where the leading causes of difficulties in teaching and learning mathematics and programming are currently considered psychological reasons in relation to social ones. In the society around us (in particular, in Russia), people with the predominant ability to instantly assess the situation as a whole on a nonverbal intuitive level (artistic, right-hemisphere type) have leading social advantages over people with the predominant ability to verbally analyze the situation, for example, in the form of formal logical conclusions (mental, left-hemisphere type). This is typical for the last 3 decades. In the 60 years of the XX century, it was different. Now, as a result of evolution, the share of the former is growing, while the share of the latter is falling. But the ability to math and programming have mainly the second, not the first! Note that the existing training methods are focused on the latter. Adding imagery to the methodology of teaching mathematics and programming would help reduce the severity of these problems. Some characteristic features of right-brain thinking, such as fragmentation and associativity, are considered. The reasons for the above difficulties expressed by other authors are also discussed. Among them, the introduction of a Unified State Exam, and other scientifically unsubstantiated innovations, such as the teaching of higher mathematics in secondary schools, and the introduction of disciplines in higher and secondary schools whose adequacy is questionable.

Keywords: teaching methods, mathematics, computer science, programming, types of thinking, learning imagery, brain asymmetry

Актуальность рассматриваемой тематики обусловлена очень большими трудностями обучения студентов (и школьников тоже) различным дисциплинам из области математики, а также программированию. Несмотря на внедрение многочисленных новаций в последние 2–3 десятилетия, результаты обучения математике и программированию становятся все хуже. Изучение других негуманитарных дисциплин, например физики, компьютерной графики и других, с такими значительными трудностями не связано.

Цель исследования: выяснить причины отмеченного выше явления. Зная их, можно предлагать пути решения соответствующих проблем. Эти причины многочисленны и разнообразны.

Материалы и методы исследования

В настоящее время указанное выше явление широко обсуждается [1–3] вместе с другими проблемами современного российского образования. Данная статья является продолжением других [4, 5] наших ста-

тей. Также она развивает некоторые идеи [6] наших коллег по преподаванию математики и информатики. Используются материалы по психологическим исследованиям [7, 8] межполушарной асимметрии мозга (МАМ) и типологии мышления В.М. Теплова [5] и Л.М. Веккера [9].

Некоторые наши выводы сделаны на основе анкетирования за последние 30 лет сотен студентов различных специальностей и направлений нескольких вузов Санкт-Петербурга. Для математической обработки исследований использовались непараметрические методы математической статистики. Математические расчеты велись с помощью статистических пакетов прикладных программ IBM SPSS&Statistica, а также с помощью приложений Microsoft Excel и VBA. Учитывая значительное количество (сотни) проанкетированных студентов, вероятность того, что наши выводы ошибочны, не превосходит 10^{-16} .

Метод индукции (путь от частных примеров к общим выводам) в данной и в указанных выше [4, 5] наших статьях существенно преобладает над дедукцией (путем от общих выводов к частным примерам), что объясняется исследовательским и гуманитарным характером этих статей. Только в точных науках может преобладать дедукция. Указанные ниже частные примеры являются необходимым для индукции научным материалом. Иначе откуда возьмутся наши теоретические выводы?

Результаты исследования и их обсуждение

Современный студент чаще всего имеет плохую школьную базовую подготовку [1, 2] по математике и по другим предметам, причем она ухудшается год от года. В это можно поверить, приводится [3] соответствующая статистика. В качестве причин называют непродуманную реализацию многочисленных «новаций». Веками сложилось так, что в вузе изучали высшую математику, а в школе – элементарную, под это была «заточена» методика преподавания. Сегодня школьников заставляют брать производные и интегралы, решать дифференциальные уравнения. Автор лично писал отзыв на автореферат диссертации о введении элементов высшей математики в младшей школе, также видел авторефераты диссертаций о введении в общеобразовательной средней школе обучения экономики, изучения приемов «правильного секса» и т.п. Современный школьник перегружен! В результате большинство выпускников средней школы не умеют считать устно, не умеют преобразовать простейшие алгебраические выраже-

ния, не знают основ геометрии на плоскости, не говоря о решении дифференциальных уравнений. Актуальны были бы диссертации об исключении из школьной программы некоторых предметов. «Лучше меньше, да лучше», – говорил наш вожьд начала XX в. В.И. Ульянов (Ленин).

Введение обязательного Единого государственного экзамена (ЕГЭ) по окончании средней школы принято считать важнейшей причиной ухудшения качества образования в современной России. Мы согласны с мнением С.Е. Рукшина [2] – внедрение ЕГЭ несколько лет назад было ошибкой, но отмена его сейчас тоже была бы ошибкой. К этому мы добавили бы 2 замечания. Замечание 1: в настоящее время ЕГЭ принимает компьютер, если тест проводится по закрытой (жесткой) форме; если необходима открытая (мягкая) форма теста, то ЕГЭ принимает преподаватель, в этом случае не могут быть исключены субъективность оценки и даже коррупция. Всякая личность имеет и объективную, и субъективную стороны. Не может быть личности, полностью свободной от законов психологии. Нужен компьютер (точнее, программное обеспечение), способный проводить тесты в открытой форме, а в идеале – и в адаптивной форме, когда следующий вопрос зависит от ответа на предыдущий. Это было бы эквивалентно по степени эффективности контроля знаний обычному экзамену и исключало бы субъективность экзаменатора. Искусственный интеллект в настоящее время на это не способен, но он развивается. Думается, в настоящее время актуальным было бы разработать теорию тестов по промежуточным полукрытым-полузакрытым полуадаптивным формам, которыми был бы способен управлять современный искусственный интеллект. Замечание 2: вопросы теста составляет педагог-предметник, как исключить при этом его субъективность? Имеются в виду такие вопросы, на которые не может адекватно ответить человек, отлично знающий данный предмет, но не знакомый с лекциями конкретного составителя вопросов. Никаких реальных путей решения мы здесь предложить не можем.

Автору в процессе преподавания информатики в вузах будущим специалистам в области информатики приходилось читать «спущенные сверху» обязательные курсы с непродуманными названиями, например курс «Информационные системы управления оформлением документооборота» (таких систем не существует, на рынке программных средств существуют СЭД – системы электронного документооборота), курсы «Информационные системы» и «Ин-

формационные технологии» – одно и то же как учебные курсы, хотя термины эти, очевидно, различные, а если их объединить, то получится эквивалент информатики вообще, как, например, вузовский курс «Высшая математика» – такие курсы можно читать будущим филологам или историкам, но не будущим специалистам в областях математики и информатики. Какая может быть альтернатива курсу «Информационные системы и технологии» – «Нетехнологизируемая информатика»? Практические педагоги, вынужденные годами читать указанные выше обязательные «псевдокурсы», должны были вопреки логике самих себя постепенно убедить в наличии у них содержания. Они теперь мучают себя и учеников, вынужденных «понимать» эту чушь под угрозой неудовлетворительной оценки. В условиях информационного взрыва студент перегружен. Столь дорогое учебное время можно было бы использовать эффективнее.

В современных вузах массово читаются курсы «Современные технологии программирования» – лучше было бы их назвать «Современные технологии разработки программных продуктов», поскольку для этого в настоящее время используется не только программирование. Часто вуз не является владельцем никакой современной системы программирования, и преподавателям под угрозой уголовного наказания запрещено использовать на занятиях контрафактное программное обеспечение, а указанный выше курс тем не менее читается! Как? Используются морально устаревшие системы программирования 1980–1990-х гг., обычно это Borland и Turbo Pascal в лучшем случае, в худшем – Borland и Turbo C++. Как инструмент прикладного программирования C++ неудобен, это инструмент системного программирования. Образно выражаясь, студентов учат шилом, а не молотком забивать гвозди!

Иногда вуз является владельцем (зарегистрированным пользователем) некоторой современной системы программирования, обычно это Microsoft Visual Studio Professional, куда входят 1) Visual Basic (прикладное программирование), 2) Visual C++ (системное программирование), 3) Visual C# (рационализированный C++, аналог Java, универсальное программирование), 3) Visual FoxPro (программирование баз данных), 4) Visual F# (программирование систем искусственного интеллекта). Дело в том, что Microsoft Visual Studio Professional предоставляется бесплатно по программе Microsoft Dreams Park вузам, школам, студентам, школьникам, преподавателям. А реально используется при этом для рабо-

ты со студентами только консольный режим Visual C++ или Visual Basic (режим черного экрана). Профессионального программиста обстоятельства заставили бы осваивать новые, более эффективные инструменты и технологии, например визуальное программирование. Оно и современным студентам давалось бы значительно легче [5, 6] из-за визуальности, образности методик программирования. А преподавателю программирования проще ничего не менять по сравнению с 1980–1990-ми гг. Вероятно, он вам скажет, что визуальные технологии портят будущего программиста.

Вузовская математика более статична, чем вузовская информатика, в частности программирование. Там не встречается курсов вроде «Математический анализ линейной алгебры». Но все же нельзя сказать, что в вузовских учебниках математики нет принципиальных ошибок. Вот их примеры. Почти во всех учебниках аналитической геометрии и линейной алгебры при рассказе о комплексных числах доказывается как «теорема» формула Эйлера (1):

$$e^{i\varphi} = \cos \varphi + i \sin \varphi. \quad (1)$$

Почти никому не приходит в голову, что это определение того, что такое $e^{i\varphi}$. Доказательство странное, если его прочитать, понять его невозможно. Ранее в учебнике нигде о $e^{i\varphi}$ ничего не говорится. Какое здесь может быть доказательство?

Аналогичная история с «теоремой» о том, что всякая прямая на плоскости задается одним из уравнений семейства (2), задаваемого параметрами A и B:

$$Ax + By + C = 0, \text{ где } A^2 + B^2 > 0. \quad (2)$$

Фактически это определение прямой на плоскости, и доказывать тут нечего. Прямая – это фигура, задаваемая одним из уравнений семейства (2).

Почему-то в учебниках аналитической геометрии при «доказательстве» теорем используются аксиомы Евклида из школьных учебников. Но методология Декарта отличается от методологии Евклида, поэтому в аналитической геометрии есть только аксиомы действительных чисел R.

Почти во всех учебниках математической статистики при проверке гипотез часто вместо мажоранты вероятности ошибки 2-го рода (вычислить ее обычно невозможно) считают уровень значимости – мажоранту вероятности ошибки 1-го рода. Допустим, мы некоторую гипотезу приняли. Как мы при этом могли ошибиться? А так, что мы эту гипотезу приняли, а она оказалась не верна. Это ошибка 2-го рода. Нам в нашей ситуации нужна оценка вероятности

ошибки 2-го рода. Ошибка 1-го рода случается, когда гипотеза нами была отвергнута, а реально оказалась верной. Но если мы гипотезу приняли, то нам не нужна оценка вероятности ошибки 1-го рода, даже если ее легко вычислить!

Это лишь 4 примера принципиальных математических ошибок в вузовских учебниках математики. Автору известно значительно больше таких примеров. Вот из-за таких обстоятельств студент, принципиально способный к усвоению методологии математики, реально не имеет возможности это сделать. Думается, что задача, не веря до конца ни учебникам, ни преподавателям, самому построить интуитивно методологию математики, слишком сложна даже для очень способного студента. Что же ему тогда остается? Рассматривать формулы и теоремы как «заклинания» для получения хороших оценок, поскольку по-настоящему понять их невозможно. Более того, он обычно считает себя недостаточно способным, чтобы «понять математику».

Мы ранее [4, 5] говорили об иных, социально-психологических причинах нынешнего катастрофического положения с обучением математики и программирования, связанных с быстрым ростом доли правополушарных студентов. В настоящее время их около 70 % либо даже более. Отсюда и современные трудности с изучением математики и программирования. Так было не всегда, имеется [8] статистика 1960-х гг. Там среди обучающихся различных специальностей советских вузов (классического университета, технического и медицинского институтов) более половины студентов составляет доля левополушарных. Проблемы обучения математике и программированию тогда не стояли так остро.

Интересно, что Л.М. Веккер [3, 9] несколько десятилетий назад пришел к выводам, похожим на наши. Он говорил о том, что большинство выпускников вузов не обладают понятийным мышлением. Это те, кто никогда не вел научные исследования. Во-первых, никакой подтверждающей данный вывод статистики у Л.М. Веккера мы не нашли. Во-вторых, термин «понятийное мышление» у Л.М. Веккера по смыслу отличается от аналогичного общепринятого в психологической науке термина В.М. Теплова. У Л.М. Веккера понятийное мышление предполагает значительно большее, чем жонглирование понятиями, причем строгие четкие формулировки у него отсутствуют. Неудивительно, что понятийным мышлением в смысле Л.М. Веккера обладают немногие.

Мышление правополушарных людей в большей степени фрагментарно и ассоциативно, чем мышление левополушарных, но оно лучше дополняет неполную информацию интуитивно.

Пример 1 из [5] показывает ассоциативность и фрагментарность мышления правополушарного студента. Он не помнит, что такое инкапсуляция, но ему пришел на ум фрагмент мысли, что она как-то связана с компьютером, с обработкой информации. Что это связано с объектно-ориентированным программированием – такой фрагмент ему в голову не пришел. Он адекватен и понимает, что такими своими словами преподавателя не обманет, и он не пытается этого сделать.

Пример 3 из [5] показывает, что правополушарный программист при написании программы управления турникетом держал в голове только фрагмент по остановке безбилетника и поэтому проверял только условие на равенство. То, что через турникет может не пройти законопослушный гражданин с билетом – этого фрагмента у него в голове не было.

Пример 5 из [5] показывает, что правополушарный студент способен освоить и программирование, и математику.

Пример 6 из [5] показывает, что правополушарный студент обладает сильной памятью и способен запоминать большие объемы не связанной никак для него информации. Он помнит, что такое верхняя грань, точная верхняя грань. Но он не способен строить даже не очень длинные цепочки логического вывода. В данном примере он с трудом строит однозвенные цепочки $A \Rightarrow B$, но двухзвенную цепочку $A \Rightarrow B \Rightarrow C$ ему с первого раза не построить, но раза с 5-го или с 6-го это у него, вероятно, получится.

Практика не показывает социальной ущербности правополушарных людей в современной России, скорее наоборот. Распространенная ныне методика обучения математике (и аналогичная программированию) сложилась давно, когда в этих областях преобладали левополушарные люди. Эта формальная вербальная методика обучения создана левополушарными для левополушарных. Если разработать новую методику обучения – полупоформальную, полувербальную, с элементами образности и интуитивности, то, вероятно, и результаты в математике (программировании) у правополушарных будут иными?

В начале XX в. у математики «сложилось» 2 основания – общепринятый «формализм» Давида Гильберта и ныне забытый, но не побежденный «интуиционизм» Лейтзена Брауэра. Эти 2 течения существовали

и в античности. Аксиоматический метод Евклида и логика Аристотеля поддерживали древний «формализм», метод катарсиса (прозрения) Пифагора – «интуиционизм». Возможно, мы будем свидетелями нового прогресса новой математики?

Выводы

1. Рассмотрен более широкий круг причин трудностей, возникающих у современных студентов при изучении математики и программирования, чем в наших предыдущих статьях.

2. Преобладание доли студентов правополушарного типа в настоящее время вызвано эволюцией и их лучшей приспособляемостью к существующим социальным условиям.

3. Научные основания математики (и программирования) исторически всегда имели как формальные вербальные корни, так и интуитивные образные.

4. Правополушарные студенты способны успешно изучать математику и программирование при наличии новой методики – полупормальной, полувербальной, с элементами образности и интуитивности.

Список литературы

1. Рукшин С.Е. О путях развития математического образования (видео). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=heXrWVf5bgM> (дата обращения: 01.03.2020).
2. Рукшин С.Е. О крахе образования в РФ (видео). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=77TPz2q6voE> (дата обращения: 01.03.2020).
3. Ясюкова Л.А. Умные больше не нужны. К чему ведёт реформа школьного образования? (видео). [Электронный ресурс]. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=YSXgpMVR9Y0> (дата обращения: 01.03.2020).
4. Фокин Р.Р. Некоторые психологические и статистические аспекты преподавания дисциплин из областей математики и информатики в современной высшей школе // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 9. С. 175–179.
5. Фокин Р.Р. Основные проблемы изучения программирования в современной высшей школе // Современные наукоемкие технологии. 2019. № 10. С. 186–190.
6. Абиссова М.А., Атоян А.А. Сервисы обучения RAD-программированию для активизации познавательной деятельности студентов при обучении информатике и математике. // Письма в Эмиссия. Оффлайн. 2013. № 12. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.emissia.org/offline/2013/2118.htm> (дата обращения: 01.03.2020).
7. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг. Правый мозг. М.: Книга по требованию, 2013. 254 с.
8. Москвина Н.В., Москвин В.А. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека. М.: Смысл, 2011. 368 с.
9. Веккер Л.М. Психика и реальность. М.: Смысл, 1998. 685 с.