

УДК 372.862

НЕКОТОРЫЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИН ИЗ ОБЛАСТЕЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Фокин Р.Р.

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

Статья адресована преподавателям математики, информатики, технических и психолого-педагогических наук, соискателям ученых степеней по указанным научным направлениям, всем интересующимся проблемами методики преподавания математики и информатики в современной высшей школе. Статья обобщает многолетний педагогический опыт работы в высшей школе автора статьи и его коллег, а также психолого-педагогические исследования и психолого-педагогические эксперименты на студентах с целью обоснования эффективности внедрения в учебный процесс вузов новых методик обучения, в которых участвовал автор статьи. Обсуждаются проблемы обучения современных студентов математике и информатике. По мнению автора, дисциплины из областей математики и программирования являются наиболее трудными для изучения не только студентами гуманитарных и социально-экономических специальностей, но также и студентами физико-математических, технических, естественнонаучных специальностей. Для объяснения и решения соответствующих проблем используется теория межполушарной асимметрии мозга. Эксперименты автора (проведенные несколько раз в 1990–2010 гг.) выявляют существенное преобладание доли правополушарных студентов над всеми остальными типами даже среди будущих специалистов в областях математики, физики, информатики. Причем эта доля по времени заметно растет. Современные методики обучения математике и программированию в большинстве случаев рассчитаны на левополушарных студентов. Правополушарные студенты нуждаются в других методиках обучения. Отсюда пути решения указанных выше проблем.

Ключевые слова: методика обучения, математика, информатика, межполушарная асимметрия мозга, психолого-педагогический эксперимент, статистика

SOME OF THE PSYCHOLOGICAL AND STATISTICAL ASPECTS OF TEACHING DISCIPLINES OF MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE IN THE MODERN HIGHER SCHOOL

Fokin R.R.

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

The article is addressed to teachers of mathematics, computer science, technical and psychological-pedagogical Sciences, applicants for degrees in these scientific areas, all interested in the problems of methods of teaching mathematics and computer science in modern higher school. The article is the result and generalizes many years of pedagogical experience in the higher school of the author and his colleagues, as well as psychological and pedagogical research and psychological and pedagogical experiments on students in order to justify the effectiveness of the introduction of new teaching methods in the educational process of universities, in which the author participated. The problems of teaching modern students mathematics and computer science are discussed. According to the author, the disciplines of mathematics and programming are the most difficult to study not only students of Humanities and socio-economic specialties, but also students of physical and mathematical, technical, natural Sciences. The theory of hemispheric brain asymmetry is used to explain and solve the corresponding problems. The author's experiments (conducted several times in 1990 – 2010) reveal a significant predominance of the share of right-hemisphere students over all other types, even among future specialists in the fields of mathematics, physics, computer science. And this share of time is growing significantly. Modern methods of teaching mathematics and programming in most cases are designed for left-hemisphere students. Right-hemisphere students need other teaching methods. Hence the way to solve the above problems.

Keywords: methods of teaching, mathematics, computer science, interhemispheric asymmetry of the brain, psycho-pedagogic experiment, statistics

Статья затрагивает следующие профессиональные направления обучаемых: 1) это большей частью будущие математики, физики, специалисты в области информатики и информационных технологий (ИТ), преподаватели математики, физики, информатики, специалисты в технических областях – в рамках данной статьи назовем их профессиональными направлениями типа 1 (ПНТ1); 2) это будущие экономисты, ме-

неджеры, правоведаы, психологи, историки, филологи – назовем их профессиональными направлениями типа 2 (ПНТ2). Термин «специалист» будет пониматься в широком смысле, ему будет соответствовать не только специалист, но также бакалавриат и магистратура.

Обработка данных и выводы по данной статье теоретически и практически базируются в немалой степени на авторских

методиках психолого-педагогических исследований [1] и психолого-педагогических экспериментов [2] на студентах с целью обоснования эффективности внедрения в учебный процесс вузов новых методик обучения. Речь идет не только о материалах диссертаций и монографий. В отдельных случаях чисто из познавательного интереса собирались экспериментальные данные, выходящие за рамки тематики этих диссертаций и монографий, поскольку анализ этих экспериментальных данных плохо согласовывался с тем, что принято писать в психолого-педагогической литературе. Естественно, в соответствующих диссертациях и монографиях эти данные и выводы по ним не приводились.

В рамках данной статьи также выделим 3 типа учебных дисциплин. Учебные дисциплины типа 1 (УДТ1) – это дисциплины из следующих областей: математика, математические основы информатики, программирование. Учебные дисциплины типа 2 (УДТ2) – это дисциплины из тех областей информатики, которые не входят в УДТ1. Учебные дисциплины типа 3 (УДТ3) – это дисциплины из тех областей, которые не входят в УДТ1 и в УДТ2. Объединим УДТ2 и УДТ3 в один тип (УДТ23). Выделим несколько типов студентов по уровню владения ими учебным материалом. С5 – это студенты, средний балл которых по правилам математики округляется до 5 (для ПНТ1 и ПНТ2, также для УДТ1 и УДТ23), С4 и С3 – соответственно для среднего балла, округляющегося до 4 и 3. Заметим, что балл 2 (неудовлетворительно) либо студент исправляет, либо студента отчисляют. С45 – это объединение С4 и С5. С34 – это объединение С3 и С4. Под С5+ будем понимать тех студентов из множества С5, которые имеют собственное мнение, способны на творческий подход, способны заметить ошибку в учебнике или на доске, предложить иную формулировку теоремы, иную формулу, более удачные, чем были приведены на лекции или в учебнике. Пусть, например, С4(ПНТ1, УДТ1) – это студенты С4 для ПНТ1 и УДТ1; С4(ПНТ1) – это студенты С4 (для ПНТ1), С4(УДТ1) – это студенты С4 (для УДТ1).

Теперь про наблюдения автора статьи и [3] его коллег. С5(УДТ2), С4(УДТ2), С3(УДТ2) – это почти те же студенты, что и соответственно С5(УДТ3), С4(УДТ3), С3(УДТ3). Следовательно, по сложности изучения УДТ2 (например, дисциплина «Компьютерный дизайн») и УДТ3 (например, дисциплина «История средних веков») приблизительно одинаковы. При этом УДТ1

значительно сложнее для изучения, чем УДТ23, почти у каждого студента оценки по УДТ1 ниже, чем по УДТ23. Эти выводы справедливы для любого профессионального направления. Часть из С5(УДТ23) переходит в С4(УДТ1) и в С3(УДТ1). Часть из С4(УДТ23) переходит в С3(УДТ1). Назовем обратным переходом факт, когда студент из С34(УДТ23) переходит в С5+(УДТ1). В среднестатистической учебной группе (~30 студентов) обычно наблюдаются 1, изредка 2 обратных перехода.

Цель исследования состоит в научном объяснении следующих двух явлений:

1. Почему в УДТ1 (математика и программирование) десятилетиями почти все студенты (ПНТ1 и ПНТ2) почти ничего не понимают? Спросите группу студентов 2 или 3 курса: «Что такое дифференциальное уравнение? Является ли дифференциальным уравнением школьное квадратное уравнение?» – только 1–2 студента ответят что-то вразумительное, но, скорее всего, не правильное. «Что такое синтаксис и семантика языка программирования? Что такое инкапсуляция? Что такое наследование?» – тот же результат. Причем ситуация за последние десятилетия ухудшается. Интересно, что эти студенты становятся после окончания вуза вполне адекватными специалистами, работодатель ими чаще всего доволен. Так, в 2001–2003 гг. автор статьи наблюдал аспиранта, окончившего технический вуз с отличием. Тема диссертации и его работа по специальности были связаны с сотовым интернетом на базе протоколов 3G. Тогда 4G интернета еще не было. Аспирант не сдал экзамен по специальности – 1 часть. Он не смог объяснить, чем система двух линейных уравнений с двумя неизвестными отличается от квадратного уравнения. Ныне он является гражданином Франции, экспертом французского правительства по беспроводной связи.

2. Почему происходят указанные выше обратные переходы?

Эти явления, вероятно, имеют разнообразные причины и источники. Их можно найти путем анализа достоинств и недостатков сложившейся методики преподавания обсуждаемых дисциплин, путем приложения к рассматриваемым явлениям существующих психолого-педагогических теорий, даже путем анализа социально-политического положения в нашей стране и в мире. Данная статья дает отмеченным явлениям не полные, а лишь частичные объяснения, да и те скорее выносит на суд читателя. Слишком сложны затронутые явления и связанные с ними проблемы.

Материалы и методы исследования

Итак, причины и источники указанных выше явлений могут, в частности, лежать в области психологии. При этом имеются в виду [4] психология индивида и личности, а также социальная психология. Социальная психология в настоящее время бурно развивается, но наиболее интересные исследования являются закрытыми для печати. Основополагающей для социальной психологии является теория Э. Фрома о пяти типах социального характера: рецептивный; эксплуатирующий; накапливающий; рыночный; продуктивный. Как из этого вывести описанные выше явления – автору неизвестно. Естественно, студенческий социум (например, учебная группа) заинтересован иметь эксперта по УДТ1, в которых почти все почти ничего не понимают – хотя бы для того, чтобы было с кого «списать». Но, как указывалось выше, студент из С5+(УДТ1) может не входить в С5(УДТ23), не являясь общепризнанным лидером в учебе. Именно поэтому, как правило, студенты списывают «не с того» – они не способны выявить эксперта УДТ1 в своем коллективе, даже если он есть. Анализ контрольных работ УДТ1 приводит к этому выводу. Это позволяет скептически относиться к тому, что причина обратных переходов лежит в области социальной психологии, но и логически не доказывает обратного.

Предположение о том, что причина обратного перехода лежит в области психологии индивида и личности, требует сосредоточиться на психологическом типе данного студента, который, например, совершил обсуждаемый обратный переход. Какой у него тип? Это человек, который без затруднений оперирует понятиями математики и программирования, на что абсолютное большинство его окружающих не способно. При этом нельзя сказать, что он без затруднений способен изучать другие учебные дисциплины. Среди многочисленных психологических типологий для данного случая, видимо, лучше всего подходят типологии, связанные с межполушарной асимметрией мозга (МAM). В научную область МAM [5–7], в частности, входит подразделение людей на типы: мыслительный (левополушарный); художественный (правополушарный); гармоничный. Такая типология, очевидно, связана с обоими явлениями, объяснения которым мы хотим найти. В психологической науке известны также типологии, не связанные с МAM.

Таковы, например, указанная выше теория Э. Фрома о пяти типах социального характера, теория о четырех типах темперамента (холерики, меланхолики, сангвиники, флегматики), теория о четырех конституциональных типах (астеники, пикники, атлетики, дипластики) и многие другие. Нам они, видимо, бесполезны.

В табл. 1 и 2 представлены данные по эксперименту, обсуждаемому в статье. Привлекались студенты Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина, Санкт-Петербургского гуманитарного университета профсоюзов, Российского государственного педагогического университета имени А.И. Герцена, Санкт-Петербургского государственного университета сервиса и экономики. В ходе эксперимента каждый обследуемый студент отвечал на вопросы специального психологического теста, например, «Я помню то, чему учился несколько лет назад», «Мне трудно дается алгебра». Ответ на подобный вопрос – это целое число баллов от 0 до 10, Категорическому «Нет» соответствует 0 баллов, категорическому «Да» соответствует 10 баллов. В результате определяется к какому из рассмотренных выше трех типов относится данный студент. Имеется несколько подобных тестов. А наиболее известная информация об этих трех типах такова:

1. Левое полушарие мозга управляет правой стороной тела. Люди мыслительного (левополушарного) типа имеют более развитое левое полушарие. Они лучше воспринимают вербальную информацию (выраженную некоторыми символами). Более склонны к анализу, чем к синтезу, более склонны к точным наукам, чем к гуманитарным. Они, как правило, пунктуальны, действуют планомерно, четко осознавая цели. Ориентируются в сложной ситуации несколько замедленно, анализируя ее по частям, принимают решение обычно на основе рассуждений.

2. Правое полушарие мозга управляет левой стороной тела. Люди художественного (правополушарного) типа имеют более развитое правое полушарие. Они лучше воспринимают невербальную информацию (не символическую, непосредственно воспринимаемую). Более склонны к синтезу, чем к анализу, более склонны к гуманитарным наукам, чем к точным. Они, как правило, не пунктуальны, действуют спонтанно, четко не осознавая цели. Ориентируются в сложной ситуации очень быстро, воспринимая ее целостно, принимают решение обычно на основе интуиции.

Таблица 1

Количество студентов М – мыслительного, Х – художественного, Г – гармоничного типов и С – их сумма по профессиональным направлениям типов 1 и 2 соответственно

Уч. годы	ПНТ1				ПНТ2			
	М	Х	Г	С	М	Х	Г	С
1993–1995	119	187	15	321	76	206	15	297
2000–2003	119	233	19	371	92	287	22	401
2008–2011	107	258	21	386	87	300	24	411

Таблица 2

Доля (%) студентов М – мыслительного, Х – художественного, Г – гармоничного типов по профессиональным направлениям типов 1 и 2 соответственно

Уч. годы	ПНТ1			ПНТ2		
	М	Х	Г	М	Х	Г
1993–1995	37,1	58,2	4,7	25,6	69,4	5,0
2000–2003	32,1	62,8	5,1	22,9	71,6	5,5
2008–2011	27,7	66,8	5,5	21,2	73,0	5,8

3. Людей гармоничного типа очень мало. У них оба полушария развиты приблизительно одинаково. Они одинаково успешно воспринимают вербальную и невербальную информацию, в приблизительно равной степени обладают чертами левополушарных и правополушарных.

Результаты исследования и их обсуждение

В соответствии с данными из табл. 1 и 2, даже большинство студентов ПНТ1 – правополушарные, не говоря о студентах ПНТ2 (там доля правополушарных еще больше). Причем по времени довольно быстро растет доля правополушарных, медленнее растет доля гармоничных, убывает доля левополушарных. Вот почему УДТ1 (математику и программирование) большинство студентов (ПНТ1 и ПНТ2) плохо понимают! Причем с годами ситуация с пониманием УДТ1 ухудшается для всех, но особенно сильно – для ПНТ1. Большинство существующих методик преподавания математики и программирования в вузе основаны на восприятии студентами вербальной информации с помощью специфических языков, например ϵ - δ -язык для представления математических определений и доказательства теорем, язык терминальных и нетерминальных символов для представления формальных грамматик, язык Бэкуса – Наура для представления языков программирования.

$$a = \lim_{n \rightarrow \infty} a_n \text{ def } \forall \epsilon > 0 \exists N \in \mathbb{N} \forall n > N |a_n - a| < \epsilon. (*)$$

Вот, например, формула (*) – математическое определение предела последовательности, представленное на ϵ - δ -языке. Правополушарный студент его скорее всего не поймет, но вы зубрит для сдачи экзамена, а потом сразу забудет. Еще он вы зубрит правила расчета пределов из задачника. Получается, что предел он рассчитать может, не понимая при этом, что такое предел. Для студентов ПНТ2 некоторые преподаватели УДТ1 начали как-то привносить образность в преподавание. А для студентов ПНТ1 преподаватели пока используют почти исключительно классические методики обучения УДТ1.

В период 2008–2011 учебных годов в обсуждаемом эксперименте наблюдалось лишь 14 обратных переходов среди обследованных 386 студентов. Из них 11 – левополушарных студентов и 3 – гармоничных. У этих 11 левополушарных обратный переход объясним их большей склонностью к точным наукам, чем к гуманитарным. У гармоничных студентов он, по-видимому, связан с более тонкими синергетическими эффектами, когда оба полушария совместно

работают над некоторыми задачами УДТ1, усиливая друг друга.

Надежность результатов представленного в статье эксперимента объясняется следующим. Рассмотрим, например, результат, состоящий в том, что для ПНТ1 доля правополушарных студентов растет во времени. Табл. 2 дает нам 58,2%, 62,8%, 66,8% – рост очевиден, но, может быть, это просто случайно так получилось? Табл. 1 дает нам соответствующие три выборки студентов объемами 321, 371, 386. Это достаточно большие объемы, гарантирующие, что указанный выше рост не случаен. Нужно рассмотреть гипотезу о том, что вероятностное распределение студентов ПНТ1 на правополушарных (X) и прочих (M и Г) в учебные годы 1993–1995, 2000–2003, 2008–2011 было одинаковым. Используя критерий Пирсона χ^2 [2; 8], эта гипотеза отвергается с уровнем значимости $p = 10^{-16} \approx 0$ – вот вероятность ошибки, если мы предположим, что эти распределения неодинаковы (расчеты велись в среде Microsoft Excel). Надежность измеряется уровнем доверия $d = 1 - p \approx 1 = 100\%$. С другими результатами эксперимента следует поступать аналогично.

Заключение

1. Правополушарных студентов в настоящее время большинство, и их становится все больше. Им нужны новые методики обучения математике и программированию, основанные на привлечении в преподавание образности. Что делать дальше? Разрабатывать и внедрять такие методики в учебный процесс. Это, например, методики обучения с использованием принципа историзма развития математики и программирования, с изучением логико-философских оснований математики и программирования, с изучением визуального, событийно ориентированного, сценарного программирования. При этом полезны теории [1] сервисов обучения и многоканальной коммуникации преподавателя и обучаемых.

2. Выше была приведена теория МАМ в упрощенном виде. В соответствии с исследованиями Нобелевского лауреата Роджера Сперри [6], нет никакой функции одного полушария, которую в случае необходимости не могло бы (постепенно обучившись) взять на себя другое полушарие. Каждое полушарие имеет собственное сознание и собственную личность, которые всякую проблему рассматривают с двух своих различных позиций, имея различные свои мнения и предлагая различные свои решения. Окончательное решение всякий раз вырабатывается совместно этими двумя лично-

стями. Такую систему МАМ Сперри считал результатом эволюции человека. Все эти слова являются результатами исключительно его медицинских экспериментов. Например, он научился переключать в сон одно из полушарий мозга пациента и разговаривать с другим. Сперри был врачом, лечившим эпилепсию и инсульты, ни философом, ни психологом в обычном понимании этих терминов он не был. Интересно, что теория МАМ относится также и к животным.

3. Чем можно объяснить рост в последние годы долей правополушарных и гармоничных студентов и уменьшение доли левополушарных студентов? Вероятно, эволюцией. Тем, что условия жизни людей изменяются во времени. Быстрое принятие решений в результате «схватывания» ситуации в целом на основе интуиции предпочтительней, если эта ситуация быстро изменяется, если в ней нет четкой сложившейся системы правил и приоритетов. Более медленное принятие решений в результате анализа ситуации (мысленного разложения ее на компоненты) и последующих рассуждений предпочтительней, если эта ситуация представляет собой стационарный и «почти не случайный» процесс – в ней есть четкая сложившаяся система правил и приорите-

тов. Практически, естественно, встречаются и те, и другие ситуации, но с различной частотой, что и отражается на направлении эволюции.

Список литературы

1. Фокин Р.Р., Абиссова М.А., Емельянов А.А. Проблемы управления и обучения коллектива разработчиков программного обеспечения: монография. СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2012. 211 с.
2. Фокин Р.Р., Атоян А.А. Проверка статистических гипотез при обосновании результатов квалификационных работ по некоторым направлениям и специальностям высшей школы и ее компьютерная реализация // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 5–3. С. 614–618.
3. Абрамян Г.В., Катасонова Г.Р. Модель использования информационных технологий управления в системе преподавания информатики // Письма в Эмиссия.Оффлайн. 2012. № 10. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.emissia.org/offline/2012/1890.htm>. (дата обращения: 07.08.2019).
4. Маклаков А.Г. Общая психология: учебник для вузов. СПб.: Питер, 2016. 576 с.
5. Леутин В.П., Николаева Е.И. Функциональная асимметрия мозга: мифы и действительность. СПб.: Речь, 2005. 368 с.
6. Спрингер С., Дейч Г. Левый мозг. Правый мозг. М.: Книга по требованию, 2013. 254 с.
7. Москвина Н.В., Москвин В.А. Межполушарные асимметрии и индивидуальные различия человека. М.: Смысл, 2011. 368 с.
8. Справочник по прикладной статистике: В 2 т. Т. 2 / Под ред. Э. Ллойда, У. Ледермана, С.А. Айвазяна, Ю.Н. Тюрина. М.: Финансы и статистика, 1990. 526 с.