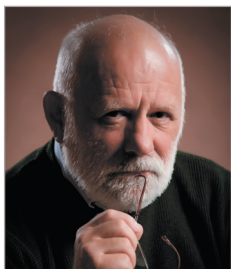


©2020 А.В. ВОЛОШИНОВ, С.В. ШИНДЕЛЬ

О НЕЙРОБИОЛОГИЧЕСКИХ КОРНЯХ РОДСТВА МАТЕМАТИКИ И СЛОВЕСНОСТИ



Волошинов Александр Викторович — кандидат физико-математических наук, доктор философских наук, профессор.

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина.

Российская Федерация, 410054 Саратов, ул. Политехническая, д. 77.

Электронный адрес: alvoloshinov@gmail.com



Шиндель Светлана Владимировна — кандидат культурологии, доцент.

Саратовский государственный технический университет им. Ю.А. Гагарина.

Российская Федерация, 410054 Саратов, ул. Политехническая, д. 77.

Электронный адрес: schindelsvetlana@mail.ru

Аннотация. Предпринята попытка рассмотреть феномен внутреннего родства математики и словесности с позиций нейробиологии. Исходя из трехуровневой концепции мозга, отмечается значительное влияние эмоций (лимбической системы, или эмоционального мозга) на работу неокортекса. Эмоции высших порядков — чувство красоты и гармонии — стимулируют рациональное мышление и обеспечивают преодоление в нем «логического разрыва», называемого интуицией. Расположение

Ссылка для цитирования: Волошинов А.В., Шиндель С.В. О нейробиологических корнях родства математики и словесности // Человек. 2020. Т. 31. № 2. С. 97–117. DOI: 10.31857/S023620070009630-0.

А.Н. Колмогоров определяет математику как науку о количественных отношениях и пространственных формах [8, с. 7]. Однако, принимая во внимание неповторимость и красоту математических доказательств, можно с полным правом говорить о математике как *искусстве логических доказательств*. Так что «царица

наук» математика не лишена свойств искусства, она так же, как и искусство слова, прорастает в науку филологию. Но перейдем к вопросу взаимодействия математики и словесности.

Математика и поэзия

Математика и поэзия — едва ли не противоположные сферы культуры. Тем не менее математики обожают поэзию и являются ее подлинными ценителями и знатоками. За примерами далеко ходить не надо. Как вспоминает М.Я. Бессараб, академик Л.Д. Ландау «был переполнен поэзией, просто шагу не мог без нее ступить» [3, с. 145]. (Заметим, любой физик-теоретик, тем более уровня Ландау, является прекрасным математиком.) Сохранился собственноручно составленный Ландау список, содержащий более полусотни стихотворений, которые он знал наизусть. Доминировали в этом списке А.С. Пушкин, М.Ю. Лермонтов, Н.А. Некрасов, Н.С. Гумилёв, К.М. Симонов, а И.В. Гёте, Г. Гейне, Б. Брехт были представлены на родном языке [там же, с. 143–144].

Академик А.П. Ершов, один из основоположников теоретического и системного программирования, создатель Сибирской школы информатики, не только знал и любил поэзию, но и сам писал стихи, переводил английских поэтов, прекрасно пел и играл на гитаре. Но если Ландау называл «филологией» любую научную продукцию, лишенную математических доказательств, то отношения Ершова с наукой филологией были более продуктивными. Ершов стал основоположником российской *корпусной лингвистики*. По его инициативе при Институте русского языка АН СССР был создан Машинный фонд русского языка, впоследствии переросший в Национальный корпус русского языка.

Примечательно, что математики не только являются тонкими ценителями изящной словесности, но и сами зачастую выступают маститыми литераторами. Достаточно вспомнить профессора математики Оксфордского университета Ч.Л. Доджсона (1832–1898), который под псевдонимом Льюиса Кэрролла написал знаменитую сказку «Алиса в стране чудес». Можно вспомнить и профессора математики Кембриджского университета Б. Рассела (1872–1970), начавшего научную карьеру с фундаментального трехтомного труда по математической логике «Principia Mathematica» (1910–1913) и закончившего Нобелевской премией по литературе (1950). Следует упомянуть и скромного немецкого учителя математики О. Шпенглера (1880–1936), автора двухтомного философско-художественного бестселлера «Закат Европы», и не менее скромного и великого русского учителя математики А.И. Солженицына

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель
О нейробио-
логических
корнях родства
математики и
словесности

(1918–2008), ставшего не только гордостью современной русской литературы, но и совестью современной России.

Но, может быть, важнее ссылок на корифеев науки является тот общеизвестный факт, что и рядовые математики знают и любят поэзию. С другой стороны, общеизвестно и то, что поэты не питают подобной любви к математике и даже великий Пушкин имел с ней весьма прохладные отношения. Таким образом, подошло время поставить первый вопрос: *почему математики любят поэзию и почему поэты равнодушны к математике?* В последнем разделе статьи попытаемся ответить на этот и последующие вопросы.

Математика и словесность в образовании

Любовь к поэзии, как и всякая любовь, — дело достаточно интимное. Но математики идут дальше. Именно математики, причем математики высочайшей пробы — академик РАН, автор многих учебников по математике для школьников и студентов С.М. Никольский и вице-президент РАН, ректор МГУ им. М.В. Ломоносова В.А. Садовничий, — выступают за единство математики и словесности, а в сфере образования пальму первенства благородно уступают словесности.

В интервью газете «Аргументы и факты», озаглавленном «Век и год математика Никольского» и данном в день своего 101-летия, С.М. Никольский прямо говорит о «двух культурах» в образовании: «Делятся ли люди на “физиков” и “лириков”? Без сомнения. Математиками способны быть не все. Как не каждый может стать музыкантом или художником. Но воспринять элементарную, школьную математику способен любой человек, претендующий на сколь-либо серьезную роль в обществе» [20]. Выдающийся математик современности не отдает предпочтение «своей» математике, а прекрасно осознает важнейшую роль двух школьных предметов — русского языка и математики — для гармонизации «двух культур». По этому поводу Никольский недвусмысленно высказывается: «Из уст представителя моей профессии звучит неожиданно. Но все же скажу: словесность, языкознание — это, если угодно, выше, чем математика. Именно в языке содержится вся логика. Доказывая теоремы, мы — математики — говорим, используем слова и только таким образом имеем возможность спорить и договариваться друг с другом» [там же].

С докладом о внутренних связях между математикой и языком 4 июля 2012 года на Всероссийском съезде учителей русского языка и литературы выступает В.А. Садовничий [17]. Само название доклада «Размышление математика о русском языке и литературе»

настраивает на разговор о взаимосвязи двух столпов образования — словесности и математики. Однако начинает свой доклад В.А. Садовничий (как и свою статью С.М. Никольский) с «похвального слова русскому языку и литературе», называя их важнейшими школьными предметами, более важными, чем сама математика. «Литература — это воплощенная в слове важнейшая часть культуры народа, его размышлений о смысле жизни, его нравственных и эстетических идеалов. ...Русская классическая литература в своих лучших образцах — а именно они изучаются в школе — формирует национальное сознание, обеспечивает преемственность поколений, объединенных общностью базовых духовно-нравственных ценностей. Поэтому литература является основополагающим школьным предметом в деле воспитания личности» [там же]. Математик Садовничий фактически вторит математику Никольскому, когда сообщает, что как математику ему часто приходится говорить о выдающейся роли математики в культуре, и в частности в школьном образовании, ибо математика учит логическим рассуждениям, аргументированным доказательствам, точной мысли. Но при этом замечает, что и логические рассуждения, и аргументированные доказательства производятся с помощью языка и без хорошего владения языком невозможна и логичная цепь доказательств. «Поэтому, — говорит Садовничий, — я начну свое выступление с заявления о том, что русский язык — самый важный школьный предмет» [там же].

Но если бы политику в образовании вершили только Никольский и Садовничий! Пока же и математика, и словесность подвергаются регулярным «антиматематическим» и «антисловесным» нападкам. Как отмечает С.М. Никольский, за полвека (1949–1999) число часов, выделяемых на арифметику, сократилось с 550 до 350 (то есть на треть!). И то, что в век компьютеров арифметика вроде бы и не нужна, является ложным аргументом. Арифметика — гимнастика для ума, и ее забвение ведет к атрофии мозга, к каковой мы еще вернемся.

В начале XX века прокатилась мощная «антисловесная» волна — движение за отмену древних языков. Аргумент приводился тот же — мертвые языки никому из живых не нужны. Это движение победило всюду: и в России, где все переворачивала революция, и вне России, где революций не было вовсе. А.В. Гладкий пишет о том, что «его победа сыграла существенную роль в повсеместном снижении культурных стандартов и общего культурного уровня интеллигенции. К такого же рода последствиям, но гораздо более серьезным, привела бы победа нынешнего антиматематического движения, пусть даже не столь полная. Потому что практическая полезность математики — не главное, ради чего

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель
О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

ее необходимо изучать. Главное ее значение в том, что она представляет собой одну из важнейших составляющих духовной культуры» [6, с. 102–103].

Конечно, сегодня трудно представить студента-технаря, штудирующего древнегреческий. Колоссальный количественный и качественный рост знания требует его специализации. «Объять необъятное» (в том числе и древние языки) стало невозможным. Приходится чем-то жертвовать. И этой жертвой оказался общий культурный уровень интеллигенции (не только советской). Чем это аукнется в будущем — пока что вряд ли кто скажет. Но сегодня налицо встречаемая — интегративная — тенденция, стремление к объединению наук. Недаром современную культуру называют *временем истонченности и прозрачности границ*.

Однако за современной эпохой утвердилось и еще одно название — *эпоха визуальной культуры*. Вместо медленного вдумчивого чтения, к которому в письмах из Соловков призывал свою дочь Ольгу П.А. Флоренский, — быстрое перелистывание «визуального контента», вместо письменного обмена мнениями — расстановка «лайков» и т.д. Современная визуальная культура ведет к катастрофическому уменьшению письменного и устного общения, нагрузки на память, что в конечном итоге оборачивается упомянутой нами *атрофией мозга*. Стремительное вторжение в нашу жизнь мультимедиа ведет к примитивизации и инфантилизации общества. Вот что по этому поводу пишет В.Н. Кутрунов: «Атрофия конкретного органа происходит всегда, когда этот орган, будучи здоровым, замещается каким-то протезом. По этой причине здоровому человеку не стоит ходить с тросточкой продолжительное время. Точно так же нельзя постоянно пользоваться компьютером и интернетом, поскольку может произойти замещение таких функций мозга, как память и логическое мышление. Компьютер и интернет оказываются “протезами” мозга и, когда мозг здоров, ведут к его атрофии, и вместе с этим прекращают развиваться такие функции, как речь, письменность и чтение» [10, с. 127]. Заметим, что «протезами мозга» называет компьютер и интернет не филолог, а математик, доктор физико-математических наук.

С болью в сердце В.Н. Кутрунов говорит о проблемах, к которым привела бездумная дифференциация школьного образования на физико-математическое и гуманитарное. Заканчивается это деление учеников на «физиков» и «лириков» тем, что первые утрачивают способность «мыслить словами», сформулировать задачу (а несформулированную задачу невозможно и решить). «Лирики» же, которым внушили, что они не способны понять математику, перестают ее учить и утрачивают способность логически

мыслить. Оба этих процесса, полагает исследователь, влекут за собой деградацию в обеих сферах — и в словесности, и в математике. Апофеозом статьи становится следующая мысль автора: «...в двадцать первом веке словесность и математику нельзя разрывать. Только как единое целое они способны порождать наиболее эффективно развивающееся общество... Необходимо, чтобы и в дошкольный, и в школьный периоды образовательные технологии исходили из того, что словесность и математика — единое целое, чтобы в вузах осознавали это единство» (курсив наш. — А.В., С.Ш.) [там же, с. 126]. Конечно, сегодня этот призыв выглядит как утопия. А завтра?..

А пока подошло время поставить второй вопрос: *почему математика и словесность главенствуют в школьном образовании?*

Математика и словесность — две культуры или одна?

Главенство математики и словесности распространяется не только на школьное образование, но и на культуру в целом. Об этом подробно говорит в своем докладе В.А. Садовничий [17]. Естественно, что ректор университета, носящего имя М.В. Ломоносова, особое внимание уделяет деятельности в «двух культурах» «первого русского университета» — Ломоносова.

Как известно, М.В. Ломоносов называл вратами своей учености «Граматику» Мелетия Смотрицкого (1619) и «Арифметику» Леонтия Магницкого (1703). В этой связи В.А. Садовничий говорит: «Хочу обратить внимание на глубокий смысл ломоносовской метафоры, связавшей в единое целое два фундаментальных школьных предмета. Эта связь красной нитью проходит через всю историю развития научного знания, то теряясь из виду, то вновь отмечая новый поворот научной мысли, новый научный результат». И далее: «Математика и словесность — два столпа цивилизации, разрушение любого из них разрушает цивилизацию» [там же]. Почти дословно эту же мысль высказывает Ю.М. Лотман: «Можно предположить, что в культуре, в которой имеется математика, должна быть и поэзия, и наоборот. Гипотетическое уничтожение одного из этих механизмов, вероятно, сделало бы невозможным существование другого» [11, с. 6]. К этой важной мысли Лотмана мы вернемся в конце данного раздела.

Выдающийся русский естествоиспытатель М.В. Ломоносов был и первопроходцем в русской поэзии. Ломоносовская «Ода на взятие Хотина» (1739) впервые продемонстрировала поэтические возможности ямба, ставшего излюбленным размером

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель

О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

русского стиха и подготовившего приход А.С. Пушкина. В теории русского языка огромную роль сыграла «Российская грамматика» (1751) Ломоносова — первая научная грамматика русского языка. Работая над «Грамматикой», естествоиспытатель Ломоносов, чьим девизом было «из наблюдений устанавливать теорию, чрез теорию исправлять наблюдения» [цит. по: 17], распространял естественнонаучную методологию и на гуманитарную науку, используя для установления теории огромный эмпирический материал. Ибо, как утверждал сам автор «Грамматики», «мысленные рассуждения должны быть произведены из надежных и много раз повторенных опытов» [цит. по: там же]. Благодаря Ломоносову российская наука и российское образование заговорили на русском языке и стали развиваться «природными россиянами».

Ученик М.В. Ломоносова математик и ученый-лингвист А.А. Барсов (1730–1791) был в Московском университете одним из первых профессоров, читавших лекции по-русски, а не по-латыни. В 1755 году, в год открытия Московского университета, Барсов занял в нем кафедру математики. Именно с Барсова, специально «выписанного» для этого из Петербурга в Москву, началось преподавание математики в Московском университете. А в 1761 году он был назначен ординарным профессором кафедры красноречия, где вплоть до своей кончины читал курсы грамматики, риторики и поэзии. Будучи с 1771 года бессменным секретарем Вольного российского собрания при Московском университете, Барсов организовал литературное общество, целью которого было «обогащение русского языка через издание полезных сочинений и переводов» [цит. по: там же]. Ему принадлежат некоторые предложения по русской орфографии, которые были приняты только в XX веке.

Важно отметить, что союз «двух культур» в лице математики и словесности не заканчивается на ученых-энциклопедистах XVIII столетия, каковыми были В.Е. Адодуров, М.В. Ломоносов и А.А. Барсов. Наступивший XIX век известен как золотой век русской литературы. И можно без преувеличения сказать, что русская классическая литература этого столетия вышла из стен Московского университета: В.А. Жуковский, А.С. Грибоедов, М.Ю. Лермонтов, Ф.И. Тютчев, И.С. Тургенев, А.А. Фет, Я.И. Полонский, А.И. Григорьев, И.А. Гончаров, А.Н. Островский, А.П. Чехов, В.Ф. Ходасевич и многие другие вырастали в ее животворной атмосфере единения науки и искусства, царившей в Московском университете.

«XIX век — период бурного становления, специализации и, соответственно, размежевания наук. Красная нить, связывающая грамматику с математикой (и шире — гуманитарные и естественные науки), иногда становится незаметной, но не прерывается

никогда» [там же], — отмечает В.А. Садовничий. В качестве примера он называет И.И. Давыдова (1794–1863), который был деканом историко-филологического отделения философского факультета (1843–1847) и одновременно профессором физико-математического факультета Императорского Московского университета. Ученый читал лекции по высшей алгебре, теории вероятностей, латинской и русской словесности, написал учебники по греческой грамматике, латинскому языку, грамматике русского языка, философии, издал речи Цицерона, перевел книги по высшей алгебре, интегральному и вариационному исчислению. Широкую известность в свое время получили сочинения Давыдова «О возможности философии как науки» (1826) и «Опыт общесравнительной грамматики русского языка» (1852).

В XX веке единение математики и словесности получает новый импульс развития. Начало века знаменуется опытами по анализу ритмики стиха выдающегося математика А.А. Маркова [12] и известного поэта Андрея Белого [2], которые как бы идут навстречу друг другу, намечая новый путь сближения точного знания и гуманитаристики. В это же время свою творческую деятельность начинает еще один выдающийся представитель «двух культур» — П.А. Флоренский. В 1904 году он с дипломом 1-й степени окончил математическое отделение физико-математического факультета Московского университета. Еще студентом увлекшись аритмологическими исследованиями заслуженного профессора математики университета, президента Московского математического общества Н.В. Бугаева, П.А. Флоренский познакомился с его сыном — поэтом Андреем Белым, а через него — и с другими популярными в то время поэтами: А.А. Блоком, К.Д. Бальмонтом, В.Я. Брюсовым, Д.С. Мережковским. Таким образом, с самого начала своей научной карьеры Флоренский оказался в бурлящем котле «двух культур».

По окончании университета П.А. Флоренский не принял предложение остаться в *alma mater*. Выбрав духовную стезю, он поступил в Московскую духовную академию, которую окончил в 1908 году, а в 1911 году принял священство. Покидая университет, Флоренский передал свой математический кружок профессору Н.Н. Лузину, который, с легкой руки Флоренского, собрал вокруг себя невиданное созвездие талантливой молодежи, прозванное «Лузитанией». Из «Лузитании» вышли десятки крупнейших математиков мирового уровня, академиков, в том числе и А.Н. Колмогоров.

То, что А.Н. Колмогоров — великий математик XX века, общеизвестно. Но его по праву можно назвать и выдающимся филологом. Колмогорову принадлежат первое в русской

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель

О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

лингвистике определение падежа* и определение классических метров. Применяя методы математической статистики и теории информации к лингвистике, Колмогоров наметил подходы к разделению содержащейся в тексте информации на отдельные группы, задаваемые грамматикой, семантикой и поэтикой. Данные подходы позволяют определить вероятность грамматически правильных текстов, осмысленных текстов, а также текстов поэтических.

Еще более значимыми стали работы А.Н. Колмогорова и его учеников в области стиховедения, позволяющие отнести ученого к крупнейшим исследователям русского стиха. Колмогорову принадлежит цикл работ по исследованию метрики и ритмики классического и неклассического русского стиха (всего, включая опубликованные посмертно, их 12 [см., напр.: 9]). В Московском университете, профессором которого на протяжении всей своей жизни был Колмогоров, он организовал семинар по стиховедению, который посещала и студентка мехмата Н. Светлова, будущая жена А.И. Солженицына. Вместе со своим учеником В.А. Успенским математик выступил одним из организаторов на филологическом факультете МГУ Отделения структурной лингвистики (ныне Отделение теоретической и прикладной лингвистики).

Навстречу А.Н. Колмогорову со стороны филологии двигался М.Л. Гаспаров, чьи работы по ритмике русского стиха печатались в том числе и в журнале «Теория вероятностей и ее применения». А встретились Колмогоров и Гаспаров на защите докторской диссертации последнего по его монографии [5], на которой Колмогоров выступил в качестве одного из официальных оппонентов.

Итак, П.А. Флоренский, Н.Н. Лузин, А.Н. Колмогоров — три славных питомца Московского университета, три славных имени, составляющих гордость как естественнонаучной, так и гуманитарной культуры. Такова красная нить «двух культур» в русской культуре XX века. Эта нить, связующая естественнонаучную и гуманитарную культуры, математику и словесность, действительно никогда не прерывалась. Но сколь извилисты и трагичны были ее извивы: Флоренский расстрелян, Лузин оклеветан и конец жизни встретил без средств к существованию, усилия Колмогорова по реформе школьного математического образования публично названы диверсией.

* Никаких высоконаучных статей по поводу определения падежа А.Н. Колмогоров, разумеется, не писал. Он просто дал это определение в беседе со своим учеником В.А. Успенским, который также увлекался филологией вслед за своим братом Б.А. Успенским, известным филологом и культурологом. Понимая важность колмогоровских филологических идей, В.А. Успенский опубликовал статью «К определению падежа по Колмогорову» (1957).

А итоги трехсотлетнего союза математики и словесности в стенах Московского университета были подведены в XXI веке, 27 марта 2009 года, на круглом столе «Математика и филология», посвященном 70-летию ректора МГУ академика В.А. Садовниченко. Во вступительном слове декан филологического факультета профессор М.Л. Ремнева сказала: «254 года назад, когда открылся Московский университет, мы с математиками находились на одном, философском, факультете. Потом прошли два безумных века, и мы разошлись так, что перестали понимать друг друга или, во всяком случае, стали сомневаться в надобности друг друга. Но сегодня, в честь юбилея В.А. Садовниченко, мы собрались в одной аудитории и вспомнили, что филологию с математикой, оказывается, можно объединить. Круг замкнулся...» [13, с. 7]. На радость собравшимся Ремнева предложила сделать подобные встречи филологов и математиков регулярными.

Указанные интегративные тенденции не являются исключительной прерогативой Московского университета, а вообще характерны для русской культуры. В 2004 году Российская академия государственной службы проводила международную конференцию «Динамическое развитие России. Единство управления и самоорганизации», на которой присутствовал и отец-основатель синергетики Г. Хакен. В кулуарах конференции исследователь неоднократно говорил о том, что междисциплинарные идеи тяжело приживаются в Америке, холодно воспринимаются в странах Европы и только в России получают подлинное признание и развитие. В словах Хакена, прекрасно говорящего по-русски, знающего и любящего Россию, очень точно подмечена давняя соборная традиция, присущая русскому менталитету.

Напомним о зародившемся в России в XIX веке соборном течении, представляющем собой совокупность религиозно-философских, естественнонаучных и художественно-эстетических разработок и получившем название *русский космизм*. Вслед за К.Э. Циолковским, В.И. Вернадским, А.Л. Чижевским проводником идей космизма во второй половине XX века стал академик Н.Н. Моисеев. Руководитель разработки математической модели последствий ядерной войны, получившей название «ядерная зима», Моисеев является и автором цикла статей о единстве естественнонаучного и гуманитарного знания и философии *универсального эволюционизма* [14]. Моисеев убежден в том, что «единство мира требует и единства науки, и постепенно станет возникать некая метанаука, объединяющая и гуманитарное, и естественнонаучное знания...» [там же, с. 16]. В этом грядущем единении естествознания и гуманитаристики математика и словесность не составят

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель
О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

исключения. Так может быть, вместе с единой наукой должна существовать и единая культура? Не две культуры, а одна?

Но вернемся к мысли Ю.М. Лотмана, прозвучавшей в начале данного раздела, о необходимом существовании поэзии вместе с математикой. Мудрый Лотман начинает свой тезис словами «можно предположить». Так что естественно возникает третий вопрос: *почему в культуре, где есть математика, должна существовать и поэзия?*

Математика и словесность в свете нейронауки

И математика, и словесность, как и культура в целом, суть творение человека — читай, мозга человека. Так что вполне закономерно попытаться взглянуть на их существование с точки зрения нейронауки. Проблема «мозг и сознание» — сложнейшая научная и философская проблема, поэтому, несмотря на свое бурное развитие, в нейрофизиологии, как и в философии сознания, остается больше вопросов, чем ответов [15; 7]. Соответственно и наши попытки ответить на поставленные три вопроса с позиций нейронауки носят предварительный характер. Отметим некоторые положения нейрофизиологии, необходимые для дальнейших рассуждений.

В целях упрощения интегрального понимания сложнейшего механизма функционирования головного мозга человека П. МакЛином была предложена схема трехуровневого мозга (triune brain) [24]. Согласно МакЛину, мозг человека есть иерархическая система, в которой в процессе эволюции верхние отделы надстраивались над нижними, или, лучше сказать, внешние над внутренними. Первый внутренний отдел, представляющий собой стволую часть головного мозга, появился в результате разрастания изнутри наружу спинного мозга. Этот древнейший в эволюционном развитии отдел отвечает за примитивные двигательные стереотипы поведения (врожденные физиологические рефлексy) и самые примитивные эмоции (страх, сексуальное влечение и пр.). Такой мозг имеется уже у рептилий и потому назван *мозгом рептилий*.

Второй уровень, окружающий базальные узлы первого, представляет собой комплекс структур, которые отвечают за функции внутренних органов (сердцебиение, дыхание, кровяное давление и пр.), долговременную память и эмоции высших порядков. Из последних наиболее высокой эмоцией, видимо, следует признать чувство прекрасного. Тем же МакЛином данный комплекс структур был назван *лимбической системой*. Его также называют

мозгом млекопитающих (поскольку он имеется у всех млекопитающих), а иногда — *эмоциональным мозгом*.

Наконец, третий, самый молодой в эволюционном процессе уровень так и называется — *новая кора* (лат. *neocortex*). Неокортекс в меньшей или большей степени присутствует у всех млекопитающих, но максимального развития достигает у человека, занимая до 95% объема коры его головного мозга. Именно неокортекс осуществляет функции, присущие только человеку, — рациональное, логическое и математическое мышление, так что третий уровень по праву именуется *мозгом человека*.

В «терминах» трехуровневого мозга можно сказать, что мозг рептилий говорит на языке телесных ощущений, мозг млекопитающих — на языке эмоций, а мозг человека — на языке мысли и ее словесного выражения. Как и во всякой многоэтажной конструкции, нижние этажи могут существовать без верхних, но не наоборот, то есть человек в своем умственном развитии может опуститься до рептилии, но рептилия никогда не поднимется до уровня человека. Из концепции трехуровневого мозга следует первый важный для нас вывод: когнитивная кора головного мозга человека в буквальном смысле вырастает из лимбической системы, или эмоционального мозга. Иными словами, *разум вырастает из эмоций*.

Но разум не просто вырастает из эмоций. *Разум не может обходиться без эмоций*. Почему? Прежде всего как организм, расположенный на более высоком этаже трехуровневого мозга. Но есть и более веские аргументы. Как утверждает М. Полани [16], истинное научное открытие — вершина логической, алгоритмической деятельности разума — необходимо сопровождается «преодолением логического разрыва», которое требует применения неалгоритмических средств. В качестве аргумента приводится в том числе и теорема Гёделя в широкой трактовке, которая в нашем контексте утверждает, что логическое, алгоритмическое мышление не может быть единственным методом решения проблемы (в том числе и математической).

Подобный взгляд на природу математического мышления разделяет и крупнейший математик современности Р. Пенроуз: «Мне кажется, что из доказательства Гёделя следует с очевидностью, что понятие математической истины не может быть заключено ни в одну из формальных систем. Возможно, это ясно даже без теоремы Гёделя. Иначе как бы мы решали, какие аксиомы и правила вывода брать в расчет при построении формальной системы? Нашим руководством в принятии такого решения должно всегда служить интуитивное понимание о том, что является

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель

О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

“самоочевидно верным” с учетом “смысловых значений” символов системы» [15, с. 130].

Так на помощь неокортексу приходит эмоциональный мозг. Этот нелогический процесс работы мозга называют интуицией. Итог подобным рассуждениям недвусмысленно подводит А.Г. Свирдлик: «Эмоции являются необходимым условием возникновения, существования и работы интеллекта. Как бы мы ни гордились своими умственными способностями, какую бы коллективную цену за них ни платили — в основе наших мыслей, решений, поступков лежат эмоции» [18, с. 130].

Какие же эмоции побуждают разум к действию? Прежде всего это банальное любопытство, стремление к поиску. Недаром Аристотель начинает свою «Метафизику» словами: «Все люди от природы стремятся к знанию» [1, с. 65]. Не прошло и двух с половиной тысячелетий, как эта мысль древнегреческого философа наполнилась естественнонаучным содержанием.

Но существуют и эмоции высших порядков, эмоции, которые являются привилегией людей науки, — это чувство гармонии и чувство красоты, стремление к гармонии и красоте, а также вера в них. Чем труднее математическая задача, чем абстрактнее ее содержание и чем меньше в ней сиюминутной пользы, тем больше в ней интеллектуальной красоты. Не случайно Г. Харди, этот «чистейший из чистейших» математиков, гордился тем, что за свою жизнь не решил ни одной прикладной задачи. Любой математик, не говоря уж о корифеях этой красивейшей из наук, заверит вас в том, что чувство прекрасного не покидает его во время математических изысканий. Широко известен лозунг Харди: *в мире нет места уродливой математике*.

Также и чувство веры — веры в объективное существование предмета поисков, веры в принципиальное разрешение проблемы и, наконец, веры в собственные силы — является необходимым условием всякого мыслительного процесса. Но есть еще и вера самого высокого порядка — вера в гармонию мироздания, которую исповедовал еще Пифагор и о которой А. Эйнштейн писал: «Без веры во внутреннюю гармонию нашего мира не могло бы быть никакой науки. Эта вера есть и всегда останется основным мотивом всякого научного творчества» [23, с. 543].

Итак, чувство прекрасного, вера в гармонию и красоту мироздания — необходимое условие творчества ученого. Данный нейрофизиологический факт приближает нас к ответу на первый вопрос в «слабой» формулировке: почему математики любят искусство. Математики не могут не любить красоту — без этой эмоции плодотворная работа неокортекса невозможна. А красота таится в искусстве. Так искусство входит в плоть и кровь ученого:

А. Эйнштейн дает благотворительные скрипичные концерты, М. Планк виртуозно играет на фортепьяно, А.Т. Фоменко выставляет свои графические работы.

Но красота — это не только искусство. Не менее притягательна и разнообразна красота природы — скажем, красота снежных гор или безграничного океана. И математики вместе с физиками устремляются в горы. Мастерами спорта по альпинизму среди академиков АН СССР были: ректор ЛГУ (1952–1964) А.Д. Александров, Нобелевский лауреат И.Е. Тамм, профессор МГУ Б.Н. Делоне. Кандидатом в мастера спорта по альпинизму был и ректор МГУ (1973–1977) академик Р.В. Хохлов. Несомненно, всех названных (и неназванных) ученых прежде всего влекла в горы сияющая красота последних и только потом — спортивные достижения.

Но вернемся к нейрофизиологии. Важнейшим ее достижением конца XX века стало открытие Р. Сперри феномена функциональной специализации полушарий головного мозга человека (Нобелевская премия по физиологии, 1981). Сегодня общеизвестно, что левое полушарие, подобно компьютеру, последовательно обрабатывает информацию в виде звуков, слов, чисел, то есть выполняет процедуру поэтапного рационального логического мышления. Правое же полушарие работает как фотоаппарат, оно одномоментно фиксирует пространственную информацию, то есть «настроено» на эмоциональное восприятие целостных образов. Неравнозначным развитием обоих полушарий объясняется деление людей на «левополушарных физиков» и «правополушарных лириков». Таким образом, сама природа позаботилась о том, чтобы обеспечить культуру как учеными, так и художниками. Коллективными усилиями первых творится наука, а совместное творчество вторых рождает искусство. Так вырастают наука и искусство — два крыла культуры. Это и будет ответом на третий вопрос: почему в культуре, где есть математика, должна существовать и поэзия.

Важной особенностью функционирования коры головного мозга человека является наличие в ней *униmodalных* и *мультиmodalных* зон. Первые специализируются на обработке информации только одной модальности (информации от одного из пяти органов чувств), а вторые анализируют и интегрируют разнородную по своей природе информацию. Этот компромисс различных по своей природе функций сродни компромиссу между волновой и корпускулярной природой света. В левом полушарии находятся две важные униmodalные зоны — зона Брока и зона Вернике, отвечающие за речевые функции (первая отвечает за продуцирование собственной речи, а вторая — за понимание собственной

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель

О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

и чужой речи). Обе языковые зоны находятся в левом «математическом» полушарии — значит обе они связаны наиболее короткими нейронными связями с левым полушарием. Поэтому из всех эмоций для «левополушарных» математиков наиболее близкими будут эмоции, связанные с речью, ее фонетическим богатством, метафорическим разнообразием и интеллектуальной глубиной. А это и есть поэзия. Так мы подходим к ответу (разумеется, предварительному) на первый вопрос в «сильной» формулировке: почему математики любят именно поэзию.

Но почему именно математики, а не физики, химики, биологи и т.д.? Представляется «самоочевидно верным» то, что из всей интеллектуальной деятельности именно математика требует наибольших умственных затрат. Но тогда, согласно предыдущим рассуждениям, наиболее интенсивная работа неокортекса требует и наиболее интенсивного включения эмоционального мозга. Так что любовь математиков к поэзии оказывается наиболее сильной. Впрочем, слово «математики» в данном контексте, как и слово «физики» в знаменитом споре, следует понимать как имена нарицательные.

Наконец, осталась вторая часть первого вопроса: почему поэты равнодушны к математике. Поэзия (по крайней мере, при первом прочтении) постигается на уровне чувств, она дарует математику эмоции высших порядков — чувство гармонии и красоты — и таким образом стимулирует работу его неокортекса. Математика же постигается на уровне логического мышления, которое не составляет предмет гордости «правополушарного» поэта. Таким образом, математика не приносит поэту новых эмоций и его эмоциональный мозг не питает неокортекс. Математика также не приносит поэту чувство интеллектуальной красоты, оставляя его равнодушным.

Ответ на второй вопрос о лидирующей роли математики и словесности в образовании не требует привлечения нейронауки. Язык есть средство коммуникации (в том числе и для математиков), а литература есть воплощенная в слове культура нации, способ передачи духовных ценностей народа. Поэтому словесность (язык и литература) так важна в образовании, о чем говорят и С.М. Никольский, и В.А. Садовничий.

Но и математика есть язык — это язык науки. Н. Бор любил повторять: *математика — это больше, чем наука, это язык*. Математика может быть языком любой науки, умеющей на нем разговаривать, и в этом ее уникальность, универсальность, могущество и красота. Количественный язык математики представляет собой дальнейшее развитие качественного языка

словесности — именно здесь сокрыты родство математики и словесности, их обоюдная важность для образования.

Как известно, две вещи наполняли душу великого И. Канта трепетом и благоговением — «звездное небо надо мной и моральный закон во мне». По существу, эти две вещи — красота и долг — являются вечными темами поэзии. Но эстетическая и этическая сущности внутренне присущи и математике. Это менее очевидно и менее известно, чем эстетика и этика поэзии, но это так и это хорошо знают сами математики. Им слово: «Творчество математика в такой же степени есть создание *прекрасного*, как и творчество живописца или поэта, — совокупность идей, подобно совокупности красок и слов, должна обладать внутренней гармонией. Красота есть первый пробный камень для математической идеи; в мире нет места уродливой математике» (Г. Харди, английский математик и философ [22, с. 57]); «Математика входит в мировую культуру и своим этическим аспектом. Наличие такового у математики может показаться странным. Он, однако, есть. Математика не допускает лжи. Она требует, чтобы утверждения не просто провозглашались, но и доказывались. Она учит задавать вопросы и не бояться непонимания ответов. Она по природе демократична: ее демократизм обусловлен характером математических истин. Их непреложность не зависит от того, кто их провозглашает, академик или школьник» (В.А. Успенский, русский математик и семиотик [21, с. 52]).

Эстетическое и этическое содержание поэзии и математики также является одной из основ их внутреннего родства, оно делает невозможным существование одного элемента культуры без другого.

Литература

1. Аристотель. Метафизика // Аристотель. Соч.: в 4 т. Т. 1. М.: Мысль, 1975. С. 65–367.
2. Белый А. Символизм: Книга статей. М.: Мусaget, 1910.
3. Бессараб М.Я. Лев Ландау: Роман-биография. М.: Октопус, 2009.
4. Волошинов А.В., Игнатова М.П. Проблема «двух культур»: от Чарльза Сноу до Ильи Пригожина // Человек. 2015. № 4. С. 36–50.
5. Гаспаров М.Л. Современный русский стих: Метрика и ритмика. М.: Наука, 1974.
6. Гладкий А.В. Зачем школе нужна математика? // Знание-сила. 1996. № 2. С. 102–107.
7. Дубровский Д.И. Проблема сознания: Теория и критика альтернативных концепций. М.: ЛЕНАНД, 2019.
8. Колмогоров А.Н. Математика // Математ. энцикл. слов. / гл. ред. Ю.В. Прохоров. М.: Сов. энциклопедия, 1988. С. 7–38.

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель

О нейробиологических
корнях родства
математики и
словесности

- # On Neurobiological Roots of the Relationship between Mathematics and Letters

PhD in Culturology, Associate Professor.

Saratov State Technical University.
77 Politekhnicheskaya Str., 410054 Saratov, Russian Federation.
E-mail: schindelswetlana@mail.ru

Abstract. An attempt was made to consider the phenomenon of the internal kinship of mathematics and literature from the standpoint of neurobiology was made. Based on the triune brain concept, a significant influence of emotions (limbic system or “emotional brain”) on the work of the neocortex is noted. Higher-order emotions — a sense of beauty and harmony — stimulate rational thinking and ensure overcome the “logical gap” called intuition. The location of unimodal speech zones in the left “mathematical” hemisphere provides the shortest neural connections between them and, possibly, is the neurobiological basis of the internal relationship between mathematics and literature. This paper regards letters as the art of word, belles-lettres (literature) and the science about words (philology). Mathematics, in addition to its classical definition as the science of quantitative relations and spatial forms, is understood both as the art of logical proofs and as the language of science. Mathematics and literature are considered as two pillars of culture, each being it necessary element. It is noted that outstanding mathematicians always supported the unity of mathematics and literature, and in the field of education, gave primacy to literature. The authors traces back a 300-year history of the interinfluence of mathematics and letters at Moscow University and point out that this integrative tendency aiming at unity is a distinctive feature of all Russian culture. Aesthetical and ethical wealth of poetry and mathematics is emphasized, with the focus on their communion.

Keywords: neurobiology, brain, emotions, mathematics, letters, literature, philology, education.

For citation: Voloshinov A.V., Shindel' S.V. On Neurobiological Roots of the Relationship between Mathematics and Letters // *Chelovek*. 2020. Vol. 31, N 2. P. 97–117. DOI: 10.31857/S023620070009630-0.

References

1. Aristotle. *Metafizika* [Metaphysics]. Aristotle. *Soch.*: v 4 t. [Works: in 4 vol.]. Vol. 1. Moscow: Misl' Publ., 1975. P. 65–367.
2. Belyi A. *Simvolizm: Kniga statei* [Symbolism: The Book of Articles]. Moscow: Musaget Publ., 1910.
3. Bessarab M. Ya. *Lev Landau: Roman-biografiya* [Lev Landau: Novel-biography]. Moscow: Oktopus Publ., 2009.
4. Voloshinov A.V., Ignatova M.P. Problema “dvuh kul'tur”: ot Charl'za Snou do Il'i Prigozhina [Problem of “Two Cultures”: from Charles Snow to Ilya Prigogine]. *Chelovek*. 2015. N 4. P. 36–50.
5. Gasparov M.L. *Sovremennyi russkii stikh: Metrika i ritmika* [Modern Russian Verse: Metrics and Rhythm]. Moscow: Nauka Publ., 1974.
6. Gladkii A.V. Zachem shkole nuzhna matematika? [Why Does the School Need Math?]. *Znanie-sila*. 1996. N 2. P. 102–107.

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель
О нейробио-
логических
корнях родства
математики и
словесности

- 116

20. Tyutina Yu. Vek i god matematika Nikol'skogo: Interv'y u akademika S.M. Nikol'skim [Century and Year of Mathematician Nikol'sky]. *Argumenty i fakty* [Arguments and Facts]. N 19(1332). 10.05.2006. [Electronic resource]. URL: http://gazeta.aif.ru/online/aif/1332/47_01?print (date of access: 12.04.2019).

21. Uspenskii V.A. *Apologiya matematiki: sbornik statei* [Mathematics Apology: Collected Papers]. St. Petersburg: Amfora Publ., 2010.

22. Hardi G.H. *Apologiya matematika* [A Mathematician's Apology], transl. from Engl. by Yu.A. Danilov; foreword by C.P. Snow. Izhevsk: NITs "Regulyarnaya i khatoticheskaya dinamika" Publ., 2000.

23. Einstein A. *Sobranie nauchnykh trudov: v 4 t.* [Collected Scientific Works: in 4 vol.]. Vol. 4. Moscow: Nauka Publ, 1967.

24. MacLean P.D. *The Triune Brain in Evolution: Role in Paleocerebral Functions*. New York: Springer, 1990.

А.В. Волошинов,
С.В. Шиндель
О нейробио-
логических
корнях родства
математики и
словесности