

Не остаться на задворках истории: Россия и математическое образование в информационном обществе

Статья рекомендована А.М. Елизаровым 05.06.2018.



**МАЛАХОВ Вадим
Александрович**

Кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Российского научно-исследовательского института экономики, политики и права в научно-технической сфере (РИЭПП)

Аннотация

В современном мире любая нация, желающая не отстать в развитии от своих соседей, должна обладать адекватной системой подготовки специалистов для новой цифровой экономики. Наиболее востребованным сейчас становится STEM-образование, в основе которого лежит математика. В статье проанализирован уровень математического образования и науки в России. Рассмотрены основные проблемы и меры государственной поддержки математического образования. Сделан вывод о необходимости плотной увязки мер по поддержке образования и мер по созданию комфортных условий для ведения бизнеса, созданию новых рабочих мест для молодых специалистов, повышению престижа профессии ученого.

Ключевые слова:

математика, STEM, образование, университеты, школы, наука.

Введение

Развитие информационных технологий в последние десятилетия стремительно меняет облик современного мира: все более востребованными сейчас становятся программисты, инженеры, специалисты высокотехнологичных производств. Так, по данным Министерства торговли США, в Америке с 2000 по 2010 г. спрос на специалистов в области естественных наук, технологий, инженерии и математики (Science, technology, engineering and mathematics, далее STEM), вырос в общей сложности на 7,9%, в то время как рост рабочих мест по другим профессиям за тот же период составил всего 2,6%. Тенденция опережающего роста спроса на STEM-специалистов сохранилась и в последующие годы [1, р. 1]. В современном мире любая нация, не желающая остаться на задворках истории, должна стремиться к обладанию качественным человеческим капиталом — высококлассными специалистами, способными создавать инновации для новой цифровой экономики. Для подготовки таких специалистов стране необходимо иметь адекватную систему STEM-образования, в основе которого лежит математика. Без высокого уровня математического образования как на школьном, так и на университетском уровне в стране невозможно формирование цифровой экономики.

В России в последние годы уделяется все больше внимания поддержке точных наук в целом и математического образования в частности. Так, в конце 2013 г. правительством РФ была принята «Концепция развития математического образования в Российской Федерации» (далее Концепция) [2]. Цель Концепции — вывести российское математическое образование (к которому документ причисляет и образование в области информационных технологий)

на лидирующее положение в мире. Поэтому представляется крайне важным изучить современное состояние математического образования в России — как на школьном, так и на университетском уровне — и позиции российской математической науки в мире по сравнению с другими развитыми странами, рассмотреть проблемы, препятствующие развитию математического образования, изучить необходимость мер государственной поддержки математики и STEM-образования в России.

Математическое образование в школе

Существуют две крупные международные исследовательские программы, регулярно оценивающие уровень школьного математического образования в странах мира:

1. Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся (Programme for International Student Assessment, далее PISA) [3] оценивает навыки школьников в возрасте 15 лет в трех областях (математика, точные науки, чтение), исследование проводится каждые три года, начиная с 2000 г.
2. Программа «Тренды в математическом и естественнонаучном образовании» (Trends in Mathematics and Science Study, далее TIMSS) [4] оценивает успехи школьников (4-й и 8-й классы) в области математики и точных наук, мониторинг проводится каждые 4 года и в современном виде существует с 1999 г.

Оценка качества математического образования в обеих программах происходит с помощью тестирования. В каждой из стран-участниц исследования тестирование должно проводиться на выборке учащихся, максимально репрезентативной в географическом, социальном и гендерном отношениях. В случае, если по какому-то из критериев репрезентативности выборка не отвечает требованиям программы, результаты тестирования не учитываются в итоговом отчете. Так, например, в 2000 г. были «забракованы» результаты тестирования, проводившегося в рамках программы PISA в Нидерландах [5, p. 5].

Российские школьники показывают традиционно хорошие результаты в тестированиях TIMSS. По результатам 2015 г. они заняли 7-е место в мире по математике среди четвероклассников и 6-е место среди восьмиклассников. Первые места с большим отрывом достались школьникам таких восточноазиатских стран и территорий, как Япония, Тайвань, Южная Корея, Сингапур и Гонконг [4]. Успехи российских школьников в тестировании, проводимом в рамках программы PISA, выглядят более скромными. По данным за 2015 г. Россия занимала 23-е место в мире по уровню математического образования в школах, набрав 494 балла, что примерно соответствует среднему уровню по странам ОЭСР [6, p. 177].

В целом в мониторингах математического образования, проводимых в рамках программы TIMSS, результаты азиатских и восточноевропейских стран традиционно выше, чем в программе PISA. Западные страны, наоборот,

показывают лучшие результаты в программе PISA. В исследовательской литературе это объясняют двумя факторами [7]:

- во-первых, в тестированиях PISA участвуют школьники в возрасте 15 лет (независимо от класса обучения), в то время как в TIMSS – школьники 4-го и 8-го классов (независимо от возраста). Учитывая, что в разных странах возраст поступления в школу различен, ученики могут иметь преимущества в зависимости от того, в рамках какой программы проводится мониторинг (например, в виде большего количества лет, проведенного в школе, по сравнению с их сверстниками из других стран);
- во-вторых, тесты PISA содержат больше задач прикладного характера и ориентированы на то, чтобы выявить, насколько ученики смогут использовать в реальной жизни знания, полученные в школе. В TIMSS же больше абстрактных задач, призванных показать уровень усвоения учениками школьной программы, преподаваемой в школах. Поскольку традиции обучения математике во многом зависят от национальной культуры [8], неудивительно, что ученики из различных стран лучше справляются с различным видом задач.

В любом случае российские ученики показывают достаточно высокие результаты в рамках обеих программ. Это говорит о сохранении советских традиций и поддержании высокого качества российского математического образования (по крайней мере, на школьном уровне). Это подтверждается и результатами международных математических олимпиад. Так, на олимпиаде 2017 г. российские школьники заняли 11-е место (из 110) [9].

Высшее образование и математическая наука

В Концепции среди проблем развития математического образования в России отмечается, что «... математическое образование в образовательных организациях высшего образования оторвано от современной науки и практики, его уровень падает, что обусловлено отсутствием механизма своевременного обновления содержания математического образования, недостаточной интегрированностью российской науки в мировую» [2]. Представляется интересным проанализировать, насколько оценка, данная в Концепции, соответствует действительности.

Хотя на университетском уровне международных мониторинговых программ наподобие PISA и TIMSS не существует, судить об уровне математического образования в вузах мира мы можем по ряду показателей. Так, например, высокие места на международных соревнованиях по математике занимают не только российские школьники, но и студенты. На международном математическом соревновании для университетских студентов (The International Mathematics Competition for University Students, IMC) 2017 г. 2-е и 3-е места заняли команды из СПбГУ и МФТИ соответственно [10]. Несколько хуже у российских вузов обстоят дела с наиболее популярными глобальными университетскими рейтингами. В рейтинге QS World University Rankings 2018 в топ 500

университетов по математическим дисциплинам входят только 9 вузов из России, из них самое высокое (38-е) место занимает МГУ им. М. В. Ломоносова [11]. Еще слабее позиции российских университетов в рейтинге Times Higher Education World University Rankings 2018: по дисциплине «математика и статистика» в топ 500 входит лишь 8 российских вузов, при этом самая высокая позиция (МГУ им. М. В. Ломоносова) — 194-я [12]. Впрочем, данные рейтинги оценивают не столько уровень математического образования в российских вузах, сколько уровень проводимых в данных университетах научных исследований и их репутацию в профессиональном сообществе.

Важным индикатором уровня математического образования и науки в России может служить количество российских математиков, получивших Филдсовскую премию. Начиная с 1994 г., каждый год, когда присуждалась премия, кроме 2014 г., среди лауреатов были выходцы из России. В общей сложности в постсоветский период Филдсовскую премию получили 5 российских математиков (не считая отказавшегося от нее Г. Я. Перельмана). При этом все указанные ученые получили образование еще в советское время, а на момент присуждения премии работали за рубежом. Значит, несмотря на качественное математическое образование, предоставляемое школами и университетами, многие высококлассные специалисты не видят возможностей для самореализации в России и уезжают за границу.

По данным Web of Science (WoS) количество научных публикаций российских авторов, вышедших в математических журналах¹, в последние годы растет как в абсолютном, так и в относительном значении. Если в 2013 г. таких публикаций было 2125 (3,22% от общего количества научных публикаций по математике, вышедших за год), то в 2017 г. — 3949 (5,09% от общего количества публикаций). За пять лет Россия по данному показателю поднялась с 10-го на 5-е место (после США, Китая, Германии и Франции). В общей сложности за 2013–2017 гг. российские ученые стали авторами 15537 публикаций по математике, индексируемых в WoS. В то же время, если же рассматривать только высокоцитируемые публикации (1% наиболее цитируемых документов в научной области), достижения российских ученых-математиков выглядят значительно скромнее: за 2013–2017 гг. лишь 59 российских публикаций попали в данную категорию, Россия по данному показателю заняла 17-е место. Для сравнения: учеными КНР за это же время было создано 950 высокоцитируемых публикаций математической направленности, США — 794, Италии — 231. По данным за 2016 г. 18 российских журналов математической направленности (категории «Математика», «Математика, прикладная», «Математика, мультидисциплинарное применение») индексировались в базе данных WoS. Из них три журнала находились в первом квартиле (Q1) по категориям «Математика» и «Математика, прикладная» («Moscow Mathematical Journal», «Russian Mathematical Surveys» и «Regular and Chaotic Dynamics») [13].

В целом можно констатировать, что, несмотря на наличие определенных проблем, математика в российских вузах преподается на высоком уровне. Российская математическая наука также в основном сохранила сильные позиции в мире, в то же время, говоря о публикационной активности российских ученых, отметим, что пока наблюдается не столько качественный, сколько количественный рост научных публикаций российских математиков.

¹ Поиск проводился по Web of Science Core Collection, публикации с общим направлением исследования «Математика»

Поддержка математического образования в России

В России государственная поддержка математического образования и науки в последние годы осуществляется сразу по нескольким направлениям и на разных уровнях (общесистемные меры, поддержка школьного математического образования, математической науки в вузах). Среди мер этой поддержки наибольший интерес вызывает создание на базе ведущих региональных вузов научно-образовательных математических центров (далее НОМЦ). НОМЦ создаются во исполнение плана мероприятий по реализации Концепции, а также в целях реализации пункта 31 Стратегии научно-технологического развития РФ [14] и должны стать важным элементом математического образования в России. Всего за 2017–2018 гг. правительством было поддержано создание 6 таких центров: в Южном федеральном университете, Казанском (Приволжском) федеральном университете, Ярославском государственном университете имени П. Г. Демидова, Новосибирском национальном государственном исследовательском университете, Национальном исследовательском Томском государственном университете и Адыгейском государственном университете.

Важной особенностью НОМЦ является то, что они сочетают в себе научно-исследовательскую и образовательную миссии. Целью их деятельности является создание единой образовательной среды, объединяющей систему высшего, общего и дополнительного образования и математическую науку. НОМЦ должны обеспечить преемственность по всей траектории математического образования: школа — университет — аспирантура — первые шаги в научной карьере. Одной из задач НОМЦ является также интеграция российской науки в мировую: для проведения лекций и семинаров в центры будут приглашаться ведущие ученые-математики со всего мира. Все НОМЦ создаются на базе региональных вузов, предполагается, что они дадут толчок к укреплению старых и развитию новых научных центров, будут способствовать инновационному развитию регионов и привлечению в них ведущих IT-компаний.

Хотя пока рано однозначно судить, насколько данная программа будет способствовать росту уровня математического образования и науки в регионах России, можно с уверенностью сказать, что государство реально озаботилось подготовкой высококачественных специалистов-математиков.

Дискуссии о необходимости приоритетной поддержки STEM-образования

В отечественной научной литературе, посвященной образованию, нередко можно увидеть упреки в адрес властей в недостаточной поддержке STEM-образования в России, в пример ставятся развитые западные страны, в которых поддержка данного образования якобы находится в приоритете [15]. Между тем вопрос о приоритетной поддержке точных наук по сравнению с гуманитарными не так однозначен, и подобный подход нередко подвергается критике. С одной стороны, одна из основных функций образования — создание кадрового потенциала для национальной экономики, а для ее развития, по мнению многих, нужны

в первую очередь инженеры, изобретатели и технические специалисты, а не художники и философы. Сторонники данного подхода выступают за государственную поддержку STEM-образования и активное поощрение детей к занятию точными науками еще на уровне школы [16].

С другой стороны, их противники указывают на нежелательность вмешательства в формирование рынка образовательных услуг и искусственной поддержки одних дисциплин за счет других. Образовательный рынок является саморегулирующейся системой: при росте потребностей в определенных специалистах растут и зарплаты, значит, при выборе своей будущей профессии все больше людей будут выбирать именно эти специальности [17]. Вмешательство государства в данную систему создает переизбыток STEM-специалистов на рынке труда. Уже сейчас, по мнению ряда западных обозревателей, молодым ученым, инженерам и представителям технических специальностей в США все сложнее найти работу, при продолжении государством текущей образовательной политики ситуация будет только ухудшаться [18].

В российских реалиях ситуация усугубляется недостаточным внутренним спросом на STEM-специалистов. Молодые ученые, математики, инженеры, получившие высококлассное образование в России, зачастую не могут найти работу, удовлетворяющую их запросы, и уезжают за рубеж. Это проблема касается и технологических предпринимателей. Так, с развитием технологии блокчейн огромное количество русских оказалось вовлечено в новую быстрорастущую отрасль, создавая все новые блокчейн-стартапы [19]. Однако, несмотря на российское происхождение, большинство из этих компаний регистрируется за рубежом и действует не в российской юрисдикции. Таким образом, создается ситуация, когда Россия превращается в кузницу кадров для чужих экономик. Поэтому любые меры, направленные на поддержку образования, должны осуществляться в системной связке с мерами, направленными на создание новых рабочих мест и комфортных условий для организации инновационного бизнеса в России.

* * *

Таким образом, Россия по-прежнему является одним из мировых лидеров в области математического образования как на уровне школы, так и на университетском уровне. Российские школьники и студенты традиционно занимают высокие места на международных олимпиадах и в рейтингах, составленных в рамках международных исследований. В то же время достижения российских ученых-математиков выглядят несколько скромнее: хотя в 2017 г. России удалось попасть в топ-5 стран по количеству статей в математических журналах базы данных WoS, по количеству высокоцитируемых статей за 2013–2017 гг. Россия занимает лишь 17-е место в мире. Это можно объяснить тем, что научная карьера по-прежнему не пользуется в России должным престижем и многие талантливые представители молодежи, получив образование, уезжают за границу либо выбирают карьеру, не связанную с наукой. Поэтому любые меры, направленные на поддержку математического образования в России, должны быть частью системы мер по созданию новых рабочих мест, повышению престижа научной карьеры, созданию комфортных условий для ведения инновационного бизнеса в России.

Статья выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России на 2018 г. на тему: «Организационно-техническое и информационное обеспечение деятельности Рабочей группы по отбору и мониторингу деятельности научно-образовательных математических центров и мониторинг деятельности центров». Проект № 28.12619.2018/12.1.

ЛИТЕРАТУРА

1. U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE. ECONOMICS AND STATISTICS ADMINISTRATION. **STEM: Good Jobs Now and for the Future**. 2011. 10 p. URL: http://www.esa.doc.gov/sites/default/files/stemfinaljuly14_1.pdf (дата обращения: 06.06.2018).
2. **Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2013 N2506-р «Об утверждении Концепции развития математического образования в Российской Федерации»** // Российская газета. – 2013. – 27 дек. URL: <https://rg.ru/2013/12/27/matematika-site-dok.html> (дата обращения: 06.06.2018).
3. **OECD. Programme for International Student Assessment (PISA)**. URL: <http://www.oecd.org/pisa/> (дата обращения: 06.06.2018).
4. **TIMSS & PIRLS International Study Cente. TIMSS2015 International Results Report**. URL: <http://timssandpirs.bc.edu/timss2015/international-results/download-center/> (дата обращения: 06.06.2018).
5. STACEY K. **Mathematical and scientific literacy around the world** // Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia. 2010. Vol. 33. № 1. P. 1–16.
6. **OECD. PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education**. Paris: OECD Publishing, 2016. 492 p.
7. WU M. **A comparison of PISA and TIMSS2003 achievement results in mathematics** // Prospects. 2009. Vol. 39. № 1. P. 33.
8. LEUNG F. K. S., GRAF K. D., LOPEZ-REAL F. J. **Mathematics education in different cultural traditions — A comparative study of East Asia and the West: The 13th ICMI study**. New York: Springer Science & Business Media, 2006. 598 p.
9. **Международная Математическая Олимпиада 2017**. URL: http://imo-official.org/year_country_r.aspx?year=2017 (дата обращения: 06.06.2018).
10. **International Mathematics Competition for University Students 2017**. URL: <http://www.imc-math.org.uk/index.php?year=2017> (дата обращения: 06.06.2018).
11. **Times Higher Education World University Rankings. 2018**. URL: <https://www.timeshighereducation.com/> (дата обращения: 06.06.2018).
12. **QS TopUniversities. 2018**. URL: <https://www.topuniversities.com/> (дата обращения: 06.06.2018).
13. **InCites Journal Citation Reports**. URL: <http://jcr.incites.thomsonreuters.com> (дата обращения: 06.06.2018).
14. **Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»** // Официальные сетевые ресурсы Президента России. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/41449> (дата обращения: 06.06.2018).
15. РЕПИН А. О. **Актуальность STEM-образования в России как приоритетного направления государственной политики** // Научная идея. 2017. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/aktualnost-stem-obrazovaniya-v-rossii-kak-prioritetnogo-napravleniya-gosudarstvennoy-politiki> (дата обращения: 06.06.2018).
16. GOLDEN P. **Preparing Kids For 21st Century Stem Jobs Will Take A Village — And A Swat Team** // Huffpost. 06.12.2017. URL: https://www.huffingtonpost.com/paula-golden/preparing-kids-for-21st-c_b_11952852.html (дата обращения: 06.06.2018).
17. ALBRIGHT L. **Should We Prioritize STEM Education?** // Free the People. 24.09.2016. URL: <https://freethepeople.org/prioritize-stem-education/> (дата обращения: 06.06.2018).
18. TEITELBAUM M. S. **The Myth of the Science and Engineering Shortage** // The Atlantic. 19.04.2014. URL: <https://www.theatlantic.com/education/archive/2014/03/the-myth-of-the-science-and-engineering-shortage/284359/> (дата обращения: 06.06.2018).
19. DETRIXHE J. **Why are there so many Russians in crypto?** // QUARTZ. 21.05.2018. URL: <https://qz.com/1267356/why-are-there-so-many-russians-involved-in-crypto-and-icos/> (дата обращения: 06.06.2018).