

УДК 5:50

**Александр Павлович Буслаев**, д-р физ.-мат. наук, проф.,  
МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, apal2006@yandex.ru

**Михаил Геннадьевич Городничев**, ассистент,  
МТУСИ, Россия, 111024, Москва, ул. Авиамоторная, 8а,  
gorodnichev89@yandex.ru

**Марина Викторовна Яшина**, д-р техн. наук, проф.,  
МТУСИ, Россия, 111024, Москва, ул. Авиамоторная, 8а, yash-marina@yandex.ru

## **МАТЕМАТИКА, ТРАНСПОРТ И АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**Аннотация.** В историческом разрезе проводится анализ особенностей российского математического образования. Анализируются основные направления развития современного образования и возможности модернизации подготовки научно-педагогических кадров в технических вузах. Намечены основные методы развития высококвалифицированных специалистов.

**Ключевые слова:** математика, транспорт, интеллектуальные системы, инфокоммуникационные технологии, синтез математики–информатики–транспорта, современные направления исследований, методы обучения квалифицированных кадров инженерных специальностей.

**Alexander P. Buslaev**, Ph. D., professor,  
MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, apal2006@yandex.ru

**Mikhail G. Gorodnichev**, assistant,  
MTUCI, 8a, Aviamotornaya str., Moscow, 111024, Russia,  
gorodnichev@hotmail.com

**Marina V. Yashina**, Ph. D., professor,  
MTUCI, 8a, Aviamotornaya str., Moscow, 111024, Russia, yash-marina@yandex.ru

## **MATHEMATICS, TRANSPORT AND AUTOMOBILE AND ROAD EDUCATION**

**Abstract.** In the article we analyze peculiarities of the Russian mathematical education. We discuss the main directions of development of the modern education and the possibility of upgrading high specialists in technical university. We have outlined the main methods of training of highly qualified specialists.

**Key words:** mathematics, transportation, intelligent systems, information and communication technologies, synthesis of mathematics and informatics, transport, modern areas of research, teaching methods of qualified personnel of engineering specialties.

### **Развитие математического образования**

Приоритетность математического образования признаётся во всех ведущих странах мира. Математическое знание лежит в основе всей современной экономики, современные средства и методы ведения военных действий требуют математических знаний и навыков математического мышления. Математика является наиболее важным, всеобщим инструментом познания и коммуникации, основы которого были заложены тысячи лет назад. Показательным является то, что вслед за принятием Федерального закона об образовании в РФ (29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ) была утверждена Концепция развития математического образования в Российской Федерации (29.12.2013 распоряжение Правительства № 2506-р). В Концепции отмечается, что «... преподаватели математических кафедр технических университетов должны вести исследования в фундаментальной математике и в прикладных профильных областях, выполнять работы по заказу организаций, в которых принимают участие и студенты...» [1]. Для выполнения таких высоких задач мало индивидуальной одаренности, требуется создание целой системы научно-образовательного процесса в направлении прикладных технических инноваций.

## **Математика в Российской империи**

В России до XVIII в. необходимость в математическом образовании ограничивалась задачами расчета в торговле, тогда как в Европе мореплавание и навигация стимулировали развитие астрономии, геодезии, а также связанных с ними геометрии и тригонометрии. Лишь в 1701 г. императорским указом была учреждена математически-навигационная школа, которая размещалась в Сухаревой башне. Таким образом, изначально математика и транспорт в России – «родственники». Курс обучения состоял из трёх ступеней: в начальной, т.е. русской школе, обучали чтению, письму, основам грамматики и началам арифметики; в цифирной (арифметической) школе – арифметике, геометрии, плоской и сферической тригонометрии; в высших, навигаторских классах – математической географии, астрономии, черчению, геодезии, навигации и др.

По поручению Петра I Л.Ф. Магницкий написал для обучающихся в математически-навигационной школе первый отечественный учебник – «Арифметика», который был гораздо содержательнее, чем существовавшие до этого учебники. Ранее изданные пособия использовались только для решения задач, связанных с торговлей.

Мощным толчком к развитию российской науки послужили реформы М.М. Сперанского. В начале XIX в. было создано Министерство народного просвещения, возникли учебные округа, и гимназии стали открываться во всех крупных городах России.

При этом содержание курса математики было довольно обширным – алгебра, тригонометрия, приложения к физике и др. И в XIX в. российская математика уже выдвинула учёных мирового уровня:

М.В. Остроградского, В.Я. Буняковского, Н.И. Лобачевского и

С.В. Ковалевскую, которая признана первой в России и в Северной Европе женщиной-профессором и первой в мире женщиной – профессором математики. В общем математика носила прикладной

характер, полученный от европейских инженерных трудов, но несмотря на это российскими учеными П.Л. Чебышевым, А.А. Марковым и др. публикуются многие фундаментальные результаты в теории чисел, теории вероятностей, теории функций и многих других. Очевидно, что математика оставалась прикладной наукой, создающей инструменты для обобщённого представления законов природы. Однако, именно в XIX в. Н.И. Лобачевский и Я. Бойя и независимо друг от друга создали **неевклидову геометрию** как пример теоретического скачка фундаментальной математики, не обусловленного прикладными исследованиями.

### **Математика в СССР**

**Индустриализация и образование.** Окончание Гражданской войны и восстановление экономики уже на новом уровне характеризовались широким привлечением народа к образованию. В начале 30-х гг. XX в. был создан ряд вузов по основным техническим направлениям – МАИ, МАДИ, МЭИ и др.

В Москве и Горьком (Нижнем Новгороде) было построено два крупных автомобильных завода.

Бурное развитие автомобилизации стимулировали также оборонная промышленность, необходимость решения задач укрепления и расширения вооружённых сил страны. Образование народа и индустриализация не могли быть осуществлены по-одиночке.

**Война. Победа и «почивание на лаврах».** Война 1941–1945 гг. стала проверкой на устойчивость советского государства. Многие математики воевали, значительная часть была эвакуирована вглубь страны (Казань, Ташкент и др.). Выдающиеся специалисты занимались решением прикладных вопросов для нужд фронта (например, академик А.Н. Колмогоров – разработкой расчетных таблиц для артиллерийской

стрельбы, профессор М.А. Крейнес – усовершенствованием ходовой части танков и т.д.).

Инженерная наука, в том числе автомобильная, получила экспериментальную базу с большим количеством примеров машинного производства.

Практические задачи планирования и осуществления важных вычислительных операций подвигли мировую научную мысль к развитию теории информации, связи.

Одним из наиболее значительных событий после Второй мировой войны становится создание и апробация атомного оружия.

Стремление к восстановлению военного (ядерного) паритета стимулировало развитие широкого спектра естественных наук и вычислительной техники. Принято считать, что при создании ядерного оружия прикладные расчёты советских специалистов за счёт математических методов давали лучшие результаты на худшей вычислительной технике.

В конце 1966 г. на заседании ГКНТ и Академии наук СССР при поддержке министра радиопромышленности СССР В.Д. Калмыкова, Президента АН СССР М.В. Келдыша принимается историческое решение о копировании серии IBM-360. Против этого решения решительно выступили А.А. Дородницын, С.А. Лебедев и М.К. Сулим, стремившиеся продолжить разработку отечественной ЭВМ. Однако они остались в меньшинстве. Итак, решение о разработке семейства ЕС ЭВМ состоялось. Под эту грандиозную программу были переориентированы многие НИИ и заводы, многим специалистам пришлось переучиваться и переквалифицироваться, в студенческие программы вузов стали в основном включать вопросы структуры, архитектуры и программного обеспечения ЕС ЭВМ (Единая система электронных вычислительных машин). Была создана новая технологическая база для производства

интегральных схем, полупроводниковой электроники и других средств вычислительной техники. Финансирование других направлений развития отечественной вычислительной техники постепенно стали сокращаться из-за недостатка средств, заказчиков, молодых кадров и других объективных и субъективных причин.

Экономический развал, произошедший в годы перестройки, послужил причиной массового вывода из эксплуатации ЕС ЭВМ. Громадный объём установленного программного обеспечения (ПО) оказался ненужным. Новое ПО разрабатывалось уже в основном для персональных компьютеров. Отечественные разработчики из бывшего СССР не смогли долго бороться за рынок – они лишились госзаказов, средств на разработку, нередко их организационные структуры подвергались приватизации и ликвидации. Наиболее серьёзные специалисты перешли на работу в IBM или другие западные компании, связанные с разработкой вычислительной техники.

**Советская математика** занимает передовое место в мировой математической науке. Во многих направлениях работы советские учёные играют определяющую роль.

Развитие научных исследований в области математики и её приложений после 1917 г. было самым тесным образом связано с развитием и укреплением АН СССР. Исследования в значительной мере были сконцентрированы в математических институтах АН СССР, АН союзных республик и ведущих университетах.

Ведущие математики СССР – Колмогоров А.Н., Соболев С.Л., Марков А.А., Боголюбов Н.Н. и др. – уделяли особое внимание развитию математического образования в начальной и средней школе. Таким образом, в советское время была создана целостная система фундаментального образования, одна из передовых математических школ мира.

## **Транспорт**

**Автомобилизация.** Начало автомобилизации было положено изобретением в 1885 г. первого автомобиля с бензиновым двигателем. Позднее, в 1903 г., Генри Форд впервые применил на своём заводе конвейерную сборку автомобилей, что позволило значительно сократить скорость сборки. В 1914 г. была построена первая дорога с твёрдым беспыльным покрытием из Ниццы в Монте-Карло.

В рамках проекта выхода из Великой Депрессии XX в. правительство США развивает автотранспортную сеть в стране. Автомобилизация сопровождается увеличением средней массы и средней скорости автомобиля. К настоящему времени эмпирическим путём установлен предел насыщения уровня автомобилизации – около 800 автомобилей на 1000 чел. населения. Процесс автомобилизации имеет также и негативные аспекты: появление ДТП, а с ростом автомобилизации в крупных городах – возникновение заторов, рост выбросов вредных веществ в окружающую среду и др.

Эти практически значимые проблемы активизировали научные исследования, ориентированные на их разрешение.

К первым попыткам решения этих задач и обнаружения математических закономерностей можно отнести исследования характеристик транспортных потоков Б.Д. Гриншильдса в 1933 г., в которых он впервые применил устройства фотофиксации.

**Автотранспорт в России.** В начале 1990-х гг. прошлого столетия произошло резкое увеличение показателя автомобилизации в России, в основном, за счет ввоза подержанных авто из-за рубежа. Сегодня в среднем по России уровень автомобилизации составляет около 300 автомобилей на 1000 жителей. Отставание по показателю автомобилизации является не единственной проблемой транспорта в России. К ним можно отнести неразвитость автотранспортной сети, что

приводит к повышенной плотности потока автомобилей (число автомобилей/километр).

В то время как ведущие фирмы мира трудятся над разработкой современных систем безопасности и эффективного управления, в России осуществляются попытки внедрения современных технологий производства автомобилей и строительства дорог.

### **Математическое образование сегодня**

**Революция в математическом инструментарии.** Последние полвека характеризуются бурным развитием вычислительных машин и технологий их эксплуатации. Путь от таблиц вычислений (Брадиса) и пишущих машинок до лазерных цветных принтеров и целого спектра дружественных каналов общения с ЭВМ пройден очень быстро по историческим меркам. Революция в математическом инструментарии многократно увеличила объёмы информации и стимулировала развитие разных методов её передачи.

В настоящее время современные средства инфокоммуникации соединили знания и человечество. Традиционная структуризация общества, система воспитания и образования кардинально меняются. Уже при появлении человека на свет он оказывается рядом с бездной информации.

Логика развития электронных средств обработки информации требует расширения рынка сбыта этих приборов. При количественном насыщении гаджетами части населения в деятельном возрасте начинается движение «вглубь». Элементарные тактильные манипуляции, которые доступны уже детям младшего возраста, становятся способом общения маленького человека с компьютером: он ещё не может «перевернуть всё вверх дном» в своём жилище, но уже способен «пошевелить»

окружающий мир. Очевидная проблема: кто ведущий в воспитании, мать, семья или компьютер?

**Культура и школьное образование.** В нашей стране почему-то распространено весьма узкое представление о понятии «культура». Считается, что это то, что происходит в театрах, на подмостках эстрады, выставках, что написано «великими». Однако, существует еще культура производства, экология-культура взаимодействия с природой, культура дома, культура госуправления и т.д.

*Мораль и нравственность, воспитание на основе широкого понятия культуры – вот основная цель семейного и школьного образования и воспитания.* Конечно, сюда входят и представления о математике, физике, химии и т.д.

**Среднее специальное и высшее образование.** Дифференциалы, интегралы и другие компоненты существующих сегодня курсов математики, физики, отчасти химии, созданные «на кончике пера» великими людьми несколько столетий назад, широко использовались, например, при подготовке инженеров в период индустриализации после 30-х годов прошлого века для создания тяжелой промышленности. Сегодня основная масса продуктов вышеупомянутых отраслей ввозится из-за границы, а дифференциалы-интегралы – техника дифференцирования и интегрирования – используются, в основном, для выяснений отношений студентов и преподавателей. Однако и это времяпровождение не бесконечно: сегодня Google учит человека «завязать галстук», завтра будет отвечать на любые вопросы существующих программ курсов.

### **Развитие науки и образования**

Существует общемировая тенденция развития науки и образования. Компьютеры придумали математики, они же и породили собственную ветвь – информатику как диссидентство в математике. Представители

этого направления, в первое время обладатели двух специальностей – теоретической математики и компьютерной, – далеко раздвинули пределы конечного. Там, где раньше на кончике пера переходили к пределу, сегодня работают алгоритмы и программы! Появилось много разделов, вопросов, проблем, которые раньше были в тени основного направления математики. Это – теория графов, теория кодирования, анализ больших баз данных, социологические исследования, биология и т.д.

**Чему и как учить?** Прежде всего, попробуем определить, что есть знания в современном представлении, поскольку это и есть предмет преподавания. С позиций своего ограниченного опыта, смеем предположить, что *знания есть набор фактов «молекул» этой субстанции, и связей между ними вместе с языком – аппаратом отражения знания в мыслительной деятельности людей.*

Абстрактный аналог знаний – это граф, представляющий собой систему вершин со связями.

*Основной вопрос, какие геометрические конструкции (знания) необходимо извлечь из океана знаний и хранить в голове, не получит ответа до тех пор, пока в обществе не будет сформулирована цель его развития (она же «духовная скрепа»).*

Следующий вопрос: *какие компоненты соответствующих графов следует хранить, чтобы при необходимости восстановить в голове всю конструкцию?*

Ответ на этот вопрос, конечно, уже зависит от полушарий серого вещества и их активности. Механизм работы мозга, памяти, мыслительной деятельности до сих пор слабо исследован, хотя усилия в этом направлении предпринимаются колоссальные. Кто управляет умами – тот владеет миром. Тем не менее, *специализация – это один из залогов школьного образования: что человек будет потреблять пальцем, через «кнопку», и чему он отдаст душу!*

## **МАДИ и прикладная математика**

Возвращаясь во времена начала 1990-х гг. прошлого века хочется отметить, что в тяжелые времена для страны, и, естественно, для высшего образования, зарождалось ядро нашего научного коллектива. Основной направленностью исследований в те годы были определены экологические вопросы – оценка негативного влияния автотранспортных потоков на окружающую среду. В результате этой деятельности были написаны книги, защищены диссертации, (подробнее этот период освещен в [2]), но главное не только в этом, а в том, что в этот период сформировалась научная группа, которая, несмотря на трудности, возникшие в начале нового тысячелетия, продолжала развиваться.

Активные научные исследования в области математического моделирования сопровождались инициативами, стимулирующими развитие «вширь и вглубь». «Вширь» означало, что при поддержке Российской академии наук, а именно академиков В.В. Козлова, А.С. Бугаева и Б.Н. Четверушкина был организован ежемесячный семинар «Научно-практические задачи развития автомобильно-дорожного комплекса России», коротко – «Семинар по трафику». Этот семинар позволил объединить в процессе поиска фундаментальных решений системной проблемы ученых и «отраслевых специалистов» ведущих академических институтов и университетов России.

Было принято решение начать деятельность по открытию специальности «Прикладная математика» на базе кафедры высшей математики МАДИ. Для кафедры, которая с 1930-х гг. прошлого века была общеобразовательной, и основная масса преподавателей занималась подготовкой студентов начальных курсов и абитуриентов, это было непривычно и непросто. С 2004 г. началась работа по подготовке документации, необходимой для получения лицензии на подготовку специалистов по прикладной математике в Министерстве образования.

Благодаря поддержке Российской академии наук в лице руководителей «Семинара по трафику», а также Л.М. Липсица, руководившего тогда Департаментом транспорта и связи города Москвы, в 2005 г. кафедра получила лицензию на проведение образовательной деятельности по подготовке специалистов по прикладной математике.

И хотя министерство выделило в том же году места под «новую специальность», их получила другая кафедра. Только на 2006 г. руководство института дало возможность провести первый набор студентов. Таким образом, кафедра ВМ стала выпускающей. Первый выпуск по специальности «Прикладная математика» был осуществлен в 2011 г. В настоящее время на первый курс бакалавриата принимается полноценная группа в 25 бюджетных мест. Открыта магистратура (5 б.м.), которая продолжает подготовку в выбранном более четверти века назад направлении. В 2015 г. двое студентов из первого выпуска по специальности «Прикладная математика», Михаил Городничев и Андрей Ярошенко успешно защитили кандидатские диссертации. Подготовлена ещё одна кандидатская диссертация, и уже достаточно много аспирантов и студентов, которые, что называется, «входят в тему».

### **Математические задачи об умном автомобиле и честной дороге.**

Научно-исследовательская работа кафедры ВМ, подпитанная образовательной деятельностью по подготовке специалистов по прикладной математике, сформировала следующие научные и научно-практические направления:

- Захват и автоматическая обработка видеотрансляции в реальном времени [3].
- Интеллектуальные методы мониторинга автомобильных потоков [4].
- Регистрация в реальном времени нарушений ПДД, рискованного вождения и т.д.

- Управление движением с помощью современных средств коммуникации [5].
- Теория критических состояний автотранспортных потоков на УДС.
- Современные проблемы логистики и теории расписаний [6].

### **Заключение**

Проблемы насыщенного движения транспортных потоков мегаполисов можно решить только с помощью современного наукоёмкого инструментария. Дело серьезное, и для его осуществления необходимо объединиться. Такая цель вполне достойна вдохновить преподавателей и студентов кафедры ВМ на «...исследования в фундаментальной математике и в прикладных профильных областях...», [1]. Мы надеемся, что *вступивший на путь развития инноваций образовательный процесс в МАДИ создаст благоприятную почву для создания совместных проектов наших математиков с научными коллективами всех заинтересованных кафедр.*

### **Список литературы**

1. Распоряжение Правительства России от 24 декабря 2013 г. № 2506-р «О Концепции развития математического образования в Российской Федерации». URL: <http://минобрнауки.рф/.../3894>
2. Буслаев А.П. Большое дерево. В 2 т. // Валентин Николаевич Луканин: Жизнь и деятельность. М., 2006. Т. 2. С. 32–53.
3. Buslaev A.P., Provorov A.V., Yashina M.V. Mathematical Recognition Problems of particle flow characteristics by video sequence Images / Proceed. of IPCV, 2013, Las-Vegas, USA.
4. Buslaev A.P., Volkov M.M. Optimization and control of transport processes in the distributed system. Proc. of the Ninth Int. Conf. on Dependability and Complex System DepCoS-RELCOMEX. Advances in Intelligent Systems and Computing. V. 286, 2014, 123–132.

5. Kozlov V.V., Buslaev A.P., Tatashev A.G. Monotonic random walks and clusters flows on networks. Models and applications. Saarbruecken: Lambert Academic Publishing, 2013. 300 p.

6. Kozlov V.V., Buslaev A.P., Tatashev A.G. On Real-Valued Oscillations of a Bipedulum. Int. J. of Applied Mathematics Letters. Elsevier. 46 (2015), 44–49.

### **References**

1. The order of the Government of Russia of December 24, 2013, no. 2506-r about the Concept of development of mathematical education in the Russian Federation. <http://minobrnauki.rf/.../3894>

2. Buslaev A.P. (2006). Bolshoye derevo [A big tree], MADI-M, 19 p.

3. Buslaev A.P., Provorov A.V., Yashina M.V. Mathematical Recognition Problems of Particle Flow Characteristics by Video Sequence Images // Proceedings of the International Conference on Image Processing, Computer Vision, and Pattern Recognition (IPCV). – The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer Engineering and Applied Computing (WorldComp), 2013.

4. Buslaev A.P., Volkov M.M. Optimization and control of transport processes in the distributed system. Proc. of the Ninth Int. Conf. on Dependability and Complex System DepCoS-RELCOMEX. Advances in Intelligent Systems and Computing. V. 286, 2014, 123–132.

5. Kozlov V.V., Buslaev A.P., Tatashev A.G. Monotonic random walks and clusters flows on networks. Models and applications. Saarbruecken: Lambert Academic Publishing, 2013, 300 p.

6. Kozlov V.V., Buslaev A.P., Tatashev A.G. On Real-Valued Oscillations of a Bipedulum. Int. J. Of Applied Mathematics Letters. Elsevier. 46 (2015), 44–49.