

Д. А. Алферьев^{1, 2}

✉ alferev_1991@mail.ru

¹Вологодский научный центр РАН, г. Вологда, Российская Федерация²Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Математические навыки специалистов гуманитарных наук в эпоху цифровизации

Аннотация: Математическая наука является фундаментом развития научного знания. Потребность в ее понимании и применении еще больше обострилась с распространением Интернета и улучшением возможностей вычислительных устройств. Это событие нашло отражение в появлении так называемых вычислительных методов, работа с которыми требует серьезной математической подготовки. При всей сложности и необъятности существующих в настоящий момент математических дисциплин мы задались целью показать, в каком направлении будет развиваться математическое знание в реалиях формирующегося цифрового общества. Исследовательской базой послужили научные труды современников и предшественников отечественной и зарубежной науки, которые четко обозначили свою позицию в отношении математики и управления посредством нее социально-экономическими процессами. В рамках исследования удалось обозначить потенциальные пути дальнейшего развития компьютерной техники; отметить философские аспекты, с которыми сталкиваются специалисты, занимающиеся моделированием сложных систем; выделить проблемы осознания имеющихся математических идей, особенно применительно к представителям гуманитарных специальностей. Прделанная работа может быть полезна для разработки современных и актуальных учебных программ при подготовке профессий, связанных с управлением социальными объектами и экономикой.

Ключевые слова: математика, вычислительные методы, истина, обозримость, социально-экономическое моделирование.

Дата поступления статьи: 19 января 2023 г.

Для цитирования: Алферьев Д. А. (2024) Математические навыки специалистов гуманитарных наук в эпоху цифровизации. Наука о человеке: гуманитарные исследования, том 18, № 1, с. 119–128. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2024.18.1.11.

Финансирование: Работа выполнена в рамках государственного задания FMGZ-2022-0002 «Методы и механизмы социально-экономического развития регионов России в условиях цифровизации и четвертой промышленной революции».

Scientific article

D. A. Alfer'ev^{1, 2}

✉ alferev_1991@mail.ru

¹Vologda Research Center of the RAS, Vologda, Russian Federation²Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation

Mathematical skills of humanities professionals in the digital age

Abstract: Mathematical science is the foundation for the development of scientific knowledge. The need for its understanding and application has become even more acute with the spread of the Internet and the improvement in the capabilities of computing devices. This event was reflected in the appearance of the so-called computational methods, whose work requires serious mathematical training. With all the complexity and immensity of the currently existing mathematical disciplines, we set out to show in what direction mathematical knowledge will develop in the realities of an emerging digital society. The research base was the scientific works of contemporaries and predecessors of domestic and foreign science, who clearly outlined their position about mathematics and the management of socio-economic processes through them. As part of the study, it was possible to identify potential ways for the further development of computer technology; note

the philosophical aspects faced by specialists involved in the modeling of complex systems; and highlight the problems of understanding the existing mathematical ideas, especially about representatives of the humanities. The work done can be useful for the development of modern and relevant curricula for the preparation of professions related to the management of social facilities and the economy.

Keywords: mathematics, computational methods, truth, visibility, socio-economic modeling.

Paper submitted: January 19, 2023.

For citation: Alfer'ev D. A. (2023) Mathematical skills of humanities professionals in the digital age. Russian Journal of Social Sciences and Humanities, vol. 18, no. 1, pp. 119–128. DOI: 10.57015/issn1998-5320.2024.18.1.11.

Financing: The work was carried out within the framework of the state assignment FMGZ-2022-0002 “Methods and mechanisms of socio-economic development of Russian regions in the context of digitalization and the fourth industrial revolution”.

Введение

Математика из игрушки, посредством которой в стародавние времена можно было мериться интеллектуальным превосходством (в XVI в. математики устраивали специфические дуэли по решению уравнений¹), превратилась в инструмент, который нужен человеку как вода рыбе. Особенно это стало заметно при всеобъемлющей и всеобщей цифровизации общества. С данной точкой зрения, в частности, согласен д. ф-м. н. В. П. Ильин, о чем он пишет в своей статье «Математическое моделирование и философия науки» (Ильин, 2018, с. 58).

Примерно об этом же пишут в своей статье к. э. н. С. М. Ильченко и к. э. н. Я. В. Круковский (Ильченко, Круковский, 2021, с. 187–188). С развитием электронно-вычислительных устройств специалисты из экономики и социологии все чаще и больше занимаются полноценным компьютерным моделированием, на манер своих коллег из сферы естествознания, что обуславливает понимание на более высоком уровне математического инструментария.

Еще одна свежая работа, опубликованная в конце 2022 г. и подготовленная экономистом Л. Р. Родионовой, повествует об эволюционных процессах, происходящих с самой экономикой (Родионова, 2022, с. 100). Это обуславливает более динамический характер входящих в нее элементов, который не может быть корректно описан без использования инструментария высшей математики.

На самом деле влияние математики на повседневную общественную жизнь, пожалуй, присутствовало всегда, просто сейчас оно особенно обострилось из-за распространения компьютеров, за счет которых можно моделировать и управлять сложными процессами и явлениями. Но без серьезных познаний в математике это осуществлять довольно проблематично. По сути, чем более математизированным становится какое-либо научное направление, тем больше реально практических и прикладных результатов мы можем в нем получить, о чем, к примеру, в своей статье «Волшебный мир математики обрел “земное лицо”» (Казарян, 2013) в довольно интересной манере рассказывает д. филос. н. В. П. Казарян.

В этой связи целью данной статьи является попытка показать, в каком направлении и дальше будут развиваться прикладные математические исследования гуманитарной сферы; с чем сталкиваются современные специалисты, занимающиеся вопросами моделирования сложных систем и управления ими; а также какие основные барьеры на текущий момент присутствуют в подобного рода работах.

Результаты

При оптимальном управлении сложными процессами и явлениями человек предпринимает попытки переложить их на математический язык, или, иными словами, смоделировать. С развитием вычислительных компьютерных мощностей особую значимость в этом направлении приобрели так называемые вычислительные методы, которые в самом начале своего появления подвергались серьезной критике со стороны научного сообщества и считались не имеющими серьезных перспектив в своем дальнейшем развитии (Ильин, 2018, с. 59).

Это связано с тем, что они не объясняют суть интересующего нас процесса, а только находят некий результат, который случится по мере его протекания в заданных условиях. При этом, как показала практика, данные методы делают это довольно успешно и точно, в связи с чем точка зрения относительно их прикладного потенциала была пересмотрена, и теперь они применяются повсеместно.

¹Vert Dider (2021) Мнимые числа реальны: # 1-13 [Welch Labs], 7:00-8:00. https://www.youtube.com/watch?v=kicp_odjsRs

О положительных возможностях вычислительных методов, в частности, говорит в одной из своих видеозаметок¹ к. ф-м. н. Б. С. Бояршинов. В еще одной видеозаписи² он также доступно и понятно рассказывает об эвристической природе (мы не до конца понимаем, как они работают) подобных алгоритмов и приводит успешный пример их применения в космической отрасли, где был смоделирован образ стойкой микросхемы (т. е. мы можем определить, насколько стабильно она будет работать, но не совсем понимаем, от чего это зависит).

Об эвристическом характере вычислительных методов также упоминается в одной из статей вологодского д. филос. н. Н. А. Ястреб (Ястреб, 2021, с. 52). При этом она также явно указывает на то, что подобные методы часто не подходят для осознания сути вещей, но в рамках решения прикладных задач могут быть использованы довольно успешно, в том числе и в аспекте социально-экономической действительности.

В этой связи довольно интересной является статья «Перспективы вычислительного подхода в социальных науках. Дискуссия» (Бажанов и др., 2021), где разными авторами довольно широко и подробно освещаются плюсы и минусы современного вычислительного подхода (особенно распространенных ныне нейросетей). Не вдаваясь в ее подробности, можно отметить, что вычислительные методы нашли широкий отклик в рамках социально-экономических и прочих гуманитарных наук и прочно укоренились как один из методов управления и организации человеческой деятельности.

Большие и объемные вычисления также могут использоваться и при однозначных установленных закономерностях, в некоторой мере заменяя натурный эксперимент. Хорошим примером (Ильин, 2018, с. 59) в этой связи является проведение испытаний ядерного оружия посредством компьютерной эмуляции, которые в реальных условиях наносили бы серьезный, непоправимый ущерб окружающей среде.

Еще одним примером подобного подхода может выступить учебный авиасимулятор, на котором будущие летчики отрабатывают навыки пилотирования летательным аппаратом. В подобном ключе проблемой выступает нехватка вычислительных мощностей, которые необходимы для более быстрых и точных расчетов.

Направлением научной деятельности в этом ключе служат:

1. Параллельные вычисления

В рамках этого различные стадии и этапы вычислительного алгоритма по возможности пытаются распределить на имеющиеся вычислительные технические устройства, т. е. алгоритм на некоторых из своих шагов протекает не последовательно, а параллельно, после чего объединяется для вывода итоговой расчетной оценки. Данное направление в задачах ускорения вычислительных процессов появилось одним из самых первых и часто фигурирует в работах, связанных с классическими суперкомпьютерами, сложными системами и кибернетикой. Крупной работой по этой теме является книга ак., д. ф-м. н. В. В. Воеводина и д. ф-м. н. Вл. В. Воеводина, которая так и называется «Параллельные вычисления» (Воеводин, Воеводин, 2004).

Оптимизацией технологических производственных параллельных процессов в свое время занимался выдающийся белорусский и советский экономист д. э. н. Н. И. Ведута. Этой проблеме посвящена целая глава его книги «Экономическая кибернетика» (Ведута, 1971, с. 266–316).

Работа ак., д. ф-м. н. В. Л. Макарова, чл.-к., д. э. н. А. Р. Бахтизина, к. э. н. Е. Д. Сушко и Г. Б. Сушко, связанная с агентным моделированием, также описывает реализацию параллельных вычислений, которые были использованы авторами для ускорения вычислений в созданных и апробируемых ими моделях (Макаров и др., 2018, с. 511–517). Реализация параллельных вычислений на суперкомпьютерах не является какой-то новой тематикой для российской науки, о чем свидетельствует недавнее заседание президиума РАН от 16.02.21, где выступил ак., д. ф-м. н. Б. Н. Четверушкин с докладом «О перспективах развития в России высокопроизводительных вычислений и предсказательного моделирования в современных технологиях», подготовленным совместно с чл.-к., д. ф-м. н. М. В. Якововским (Четверушкин, Якововский, 2021).

¹Бояршинов Б. С. (2020) Почему математика верно описывает природу и общество? <https://www.youtube.com/watch?v=HOE6zLLM5XY>

²Бояршинов Б. С. (2019) Эвристика и «нейронные» сети. <https://www.youtube.com/watch?v=3hcCNNsvxfA>

После данного сообщения последовало большое обсуждение на тему «Опасное отставание в суперкомпьютерных технологиях необходимо преодолеть», в котором приняли участие президент РАН А. М. Сергеев, а также различные академики и члены-корреспонденты. Подробнее с их дискуссией можно ознакомиться в статье С. С. Попова, подготовленной для «Вестника РАН» (Попов, 2021).

2. Квантовые вычисления

В соответствии с наблюдением, отмеченным американским инженером и предпринимателем (состояние оценивается несколькими млрд долл. США) Гордоном Муром, которое еще также принято называть «Законом Мура», количество транзисторов, размещаемых на единице площади микросхемы, увеличивается в 2 раза примерно каждые 2 года. Это связано с тем, что их размер уменьшается и в настоящий момент практически приблизился к величине атома, в связи с чем подобные технические устройства не могут быть описаны теорией классической механики¹. Научная область знаний, которая занимается изучением объектов микромира, называется квантовой физикой. Ее идеи описываются на языке математики, и тот математический инструментарий, который там разработан, в настоящий момент имеет название квантовых вычислений. В прикладном аспекте эти разработки идут по трем основным направлениям: развитие связи (шифрование информации), ускорение вычислений (квантовые технические устройства в самом своем основании имеют параллельные вычисления) и более точное моделирование объектов макромира (учет правил микромира, которые оказывают непосредственное влияние на итоговый конечный результат).

Более подробно все вышеперечисленные направления представлены в крупной статье коллектива авторов под руководством ак., д. ф-м. н. А. С. Сигова (Сигов и др., 2019). Еще один аналогичный, чуть более свежий, но менее развернутый обзор квантовых вычислений дал в своем интервью руководитель Центра квантовых технологий МГУ им. М. В. Ломоносова д. ф-м. н. С. П. Кулик сотруднику журнала «Эксперт» А. Константинову². По этой теме в 2020 г. нами также был сделан доклад на одной научной петербургской конференции, с тезисами которого читатель может ознакомиться по представленной ссылке (Алферьев, Дуболазова, Гончарова, 2020).

Большое количество работ, посвященных квантовым вычислениям в экономике, принадлежит перу д. э. н. А. Н. Козырева. О необходимости освоения данного математического аппарата современными экономистами, в частности, говорится в одной из его статей «Цифровизация, математические методы и системный кризис экономической науки» (Козырев, 2019), где вкратце рассказывается о примитивности и несостоятельности большинства классических экономико-математических моделей, в связи с чем одним из решений выявленной проблемы выдвигается использование инструментария квантовой физики.

3. Нейроморфные компьютеры

Еще одним направлением развития вычислительных возможностей технических устройств может быть реализация их архитектуры на манер организации нейронных сетей живых организмов. Подобные системы удивительным образом рационализированы (условно оптимизированы), что позволяет решать им численные задачи за меньшее количество процедур и, следовательно, задействовать меньшее количество энергии. Так, со слов Д. Ларионова, являющегося нач. отд. ИИ компании Росатома «Цифрум», устройство мозга позволяет реализовать эффективное принятие решения приблизительно за 6 операций³. Подобные устройства носят название нейроморфных. С их современными идеями можно ознакомиться в интервью упомянутого выше Д. Ларионова⁴. Большое количество работ, посвященных нейроморфным устройствам и компьютерам, принадлежит советскому и российскому д. т. н. А. И. Галушкину. Под его редакцией выпускалась серия книг «Нейрокомпьютеры и их применение», где одним из первых произведений была его же монография, которая так и называлась «Нейрокомпьютеры» (Галушкин, 2000).

¹Kurzgesagt – In a Nutshell. (2015) Quantum Computers Explained – Limits of Human Technology, 00:00-1:00. <https://www.youtube.com/watch?v=JhHM-JCUmq28>.

²Константинов А. (2021) Вторая квантовая революция. Эксперт, № 47, с. 70–74. <https://expert.ru/expert/2021/47/vtoraya-quantovaya-revolutsiya/>.

³Рословец Ф. (2021) Нейрочипы – настоящая имитация мозга | Замена нейросетей для искусственного интеллекта, 11:00-15:00. <https://www.youtube.com/watch?v=IKed2RqIEvo>.

⁴Там же.

Из интересных достижений в этом направлении следует отметить китайский нейроморфный чип «Тяньцзинь» (Pei J. et al., 2019), позволяющий на небольшом портативном устройстве реализовать ансамбль нейронных сетей, который, в свою очередь, решил такую инженерную задачу, как автономное управление велосипедом. Также на российском научно-техническом конгрессе «Направления национального научно-технологического прорыва 2030», прошедшем 16 декабря 2021 г., вице-президентом АО «Лаборатория Касперского» и дир. деп. перспективных технологий А. П. Духваловым был представлен нейроморфный отечественный процессор «АЛТАЙ», энергопотребление которого на 2 порядка ниже, чем у GPU¹.

На наш взгляд, принципы нейроморфизма применимы также и для эффективного управления социально-экономическими объектами. В небольшой книжке вологодских ученых за авторством Б. В. Семенова и чл.-к., д. с.-х. н. А. П. Дороговцева «Глобальные и локальные сети в отраслевых информационных системах (методические вопросы)» (Семенов, Дороговцев, 1996) рассмотрено функционирование межотраслевого взаимодействия через описание некой архитектуры сетей, которую оно образует, с авторскими вариантами и предложениями ее технико-экономической оценки. Переложив эти наработки на теорию искусственных нейронных сетей, можно получить математическую модель межотраслевого управления. Реализация подобных идей изложена в книге нескольких авторов «Нейроуправление и его приложения» (Омату, Халид, Юсоф, 2000), написанной под руководством японского ученого Сигеру Омату и в книге коллектива авторов под руководством В. А. Терехова «Нейросетевые системы управления» (Терехов, Ефимов, Тюкин, 2002).

В настоящий момент вычислительные возможности суперкомпьютеров достигают петафлопсных мощностей (ПФлопс – 10^{15} операций с плавающей запятой в секунду) (Ильин, 2018, с. 58, 60; Четверушкин, Якобовский, 2021, с. 1108–1109). Из последних актуальных прогнозов: к 2023 г. прогнозируемая пиковая производительность суперкомпьютеров обозначена в 1 экзафлопс (10^{18} операций) (Четверушкин, Якобовский, 2021, с. 1109), что в значительно большей мере позволит использовать облачные технологии и реализовывать так называемые умные технологии, причем в масштабах целых городов.

Использование математики постоянно переключается с понятием абсолютной и относительной истины, где для принятия управленческого решения нам необходимо добиться определенного приемлемого для нас уровня точности моделируемого объекта. В соответствии с мнением В. П. Ильина он складывается из трех составляющих (Ильин, 2018, с. 61):

– **Ошибка предметной области.** То, насколько точно и правильно были сделаны эмпирические наблюдения.

– **Ошибка математической модели.** Количество факторов, учтенных в искомой расчетной оценке.

– **Ошибка вычислений.** Зависимость от выбранного условного метода аппроксимации и особенностей заложенной в программу машинной арифметики.

Приемлемый уровень точности модели – важная практическая задача, сопряженная с материальными затратами, необходимыми для их реализации. И в случае избыточности их придется покрывать за счет упущенных возможностей от других проектов, о чем, со слов В. П. Ильина (Там же), к примеру, говорил ак. и адмирал российского флота А. Н. Крылов. С его рассуждениями и мыслями по этому поводу можно подробнее ознакомиться в 3-ем томе 1-ой части собственных собраний научных трудов (Крылов, 1949).

Содержание и обеспечение суперкомпьютера само по себе удовольствие крайне энергозатратное, и для реализации машины экзафлопсной мощности, со слов В. П. Ильина, потребует около 100 МВт электроэнергии, что сопоставимо с энергопотреблением небольшого завода (Ильин, 2018, с. 64; Попов, 2021, с. 1124). Относительно этого ак., д. ф.-м. н. Н. Ю. Лукоянов в обсуждении научного сообщения «Об отставании в суперкомпьютерных технологиях РФ» сказал, что коммерциализировать подобную технологию в настоящий момент не удастся, но разработка

¹Научная Россия (2021) Российский научно-технический конгресс 16.12.2021 – прямая трансляция, 2:55:00-2:56:00. <https://scientificrussia.ru/articles/rossijskij-naucno-tehniceskij-kongress-16122021-pramaa-translacia>.

подобных компьютеров жизненно необходима, так как они позволяют быть на передовой научно-технического прогресса (Попов, 2021, с. 1121), с чем мы, в принципе, согласны.

Решением подобной проблемы может быть как раз разработка более эффективных алгоритмов, например, базирующихся на каких-либо принципах нейроморфизма, с чем, в частности, согласен ак., д. ф-м. н. В. А. Бетелин (Попов, 2021, с. 1117–1118). В этом аспекте, по мнению Б. Н. Четверушкина и М. В. Якобовского, РФ имеет серьезное конкурентное преимущество на международной арене, соответственно, обладая сильными математическими школами (Четверушкин, Якобовский, 2021, с. 1113).

Несмотря на нехватку вычислительных мощностей при их гипотетической достаточности стоит отметить один момент, который уже косвенно проговаривался. Различные прикладные задачи могут быть решены посредством разных вычислительных алгоритмов, при этом результат у них получится практически одинаковый. Об этом, в частности, упоминается в книге одного из работников Google – Орельена Жерона (Жерон, 2018, с. 50–51).

В этом аспекте он ссылается на статью Мишель Банко и Эрика Брилла (Banko, Brill, 2001), а также еще одну публикацию под руководством Алона Халеви (Halevy, Norvig, Pereira, 2009), где подчеркивается важность качества данных, а не того, посредством чего они будут обрабатываться. Соответственно техническая чистота цифровой информации также может значительно снизить затрачиваемые ресурсы по их исследованию.

Еще один аспект, который сопряжен с современным математическим мышлением и явно проявил себя в начале XXI в., связан с большим объемом и разнообразием накопленных человечеством математических знаний. С их обширностью и неохватностью можно ознакомиться в визуально наглядной карте математики¹, созданной канадским PhD по физике Домиником Уоллиманом. Еще одно свежее представление существующих математических разделов представлено в видео от к. ф-м. н. А. Н. Павликова в виде иерархической древовидной структуры².

Немаловажную роль здесь также играет и появление компьютеров, которые дали возможность реализовывать масштабные алгоритмы, сложность которых не позволяет в полной мере осознать то, как они работают. В общих чертах об этом говорится в одной из статей (Михайлова, 2016, с. 126) белорусского к. филос. н. Н. В. Михайловой, где она указывает на то, что из-за громоздкости современных доказательств стала утрачиваться способность их обзорности (возможность представить функционирование отдельных элементов объекта в их общем взаимодействии между собой).

Довольно емко и точно по этому поводу также высказался советский и российский математик д. ф-м. н. В. А. Успенский: «Современная математика имеет сложное строение, постепенно становящееся необозримым. Доказательства некоторых теорем оказываются столь громоздкими, что проверка их требует чрезвычайно большого желания, терпения и времени. О владении специальными знаниями нечего и говорить: не только придумывание, но и проверка доказательств ряда теорем доступна лишь узкому кругу посвященных» (Успенский, 2011, pdf-с. 287; Успенский, 2015, с. 452–453).

Из современников в этом аспекте также высказался А. П. Духвалов, отметив, что нынешние информационные технологии являются суперсложными. Их функционирование напоминает поведение живых организмов (киберфизическое поведение), которые, в свою очередь, также взаимодействуют между собой. Также реализация автоматизированных систем обусловила проблему непонимания управления их процессами даже специалистами из соответствующих предметных областей³.

Несмотря на то, что совокупность математических знаний усложнилась и стало труднее осознать все их составляющее в целостном единстве, данная наука будет и дальше становиться все более тяжеловесной. При современном моделировании каких-либо процессов и явлений специ-

¹Walliman D. (2017) The Map of Mathematics. <https://dominicwalliman.com/post/157283769280/poster-summarising-the-main-subjects-of>.

²Павликов А. Н. (2021) Высшая математика. Рисуя дерево вышмата. <https://www.youtube.com/watch?v=6yL2DU8hrSM>.

³Научная Россия (2021) Российский научно-технический конгресс 16.12.2021 – прямая трансляция, 2:32:00-2:36:00. <https://scientificrussia.ru/articles/rossijskij-naucno-tehniceskij-kongress-16122021-pramaa-translacia>.

алисты не просто проделывают ряд механических работ, но непосредственно сталкиваются с философскими началами моделируемого объекта:

- многомерность. Решение многих задач происходит в реалиях гиперпространства, идеи которого плохо воспринимаются в рамках существующего материального мира;
- природа случая. Работа с объектами как с неподдающимися полному и точному описанию или попытка их перевода в какую-либо контролируемую функциональную зависимость;
- фрактальная сложность. Бесконечное усложнение объекта при более детальном и скрупулезном его рассмотрении и, соответственно, принятие решения на уровне точности, на котором его целесообразно изучать в рамках решаемой задачи;
- сущность интеллекта и сознания. Попытки осознания того, приближаются ли сложные компьютерные программы к подобию сознания человека или же искусно имитируют его интеллектуальную деятельность.

Помимо уменьшения возможности обзримости математических дисциплин даже для специалистов точных наук, проблема прикладной применимости математики выглядит еще более плачевной для профессий гуманитарного характера, к коим, например, относятся экономисты и социологи. В. П. Козырев в своей вышеупомянутой статье (Козырев, 2019, с. 6) выделяет семь проблемных аспектов в этом направлении, которые мы бы свели до трех:

1. Отсутствие данных. Точнее, они есть, но являются конфиденциальными или достоянием каких-либо коммерческих структур, не особо заинтересованных в академических исследованиях;
2. Слабая математическая подготовка. Специалисты гуманитарного профиля плохо разбираются в математике, оттого неверно трактуют различные результаты, полученные ими посредством каких-либо информационно-аналитических компьютерных приложений, и, более того, не желают ее осваивать;
3. Ангажированность результатов. Некоторые научные выводы прорабатываются не для поиска истины, а для лоббирования интересов заказчика исследования.

Выводы

В заключение отметим, что появление так называемого цифрового общества связано с осознанием им такого ресурса, как информация. О важности и равноценности информации наряду с материей и энергией одним из первых упомянул американский математик и основоположник кибернетики Норберт Винер (Винер, 1983, с. 208).

Инструментом для обработки и анализа информации являются компьютеры, которые, в свою очередь, в настоящий момент представляют собой развитие счетов, логарифмической линейки и арифмометров. Сложное техническое устройство, пронизывающее сейчас все составляющие человеческой жизни, в полной мере может использовать лишь специалист, обладающий серьезным багажом математических знаний, что обуславливает доминантное положение математической науки в настоящем историческом периоде. Математик из некоего мистика оформился как конкретный специалист, выполняющий определенные услуги наряду с электриком, менеджером или врачом.

Укрепление позиций математики как базообразующей дисциплины для всех остальных научных направлений будет развиваться и дальше. Причем в рамках гуманитарной сферы ее роль с новым вычислительным инструментарием выглядит особенно актуально и перспективно. В этой связи экономисты и социологи, чтобы быть востребованными в новых реалиях цифровой экономики, на наш взгляд, все-таки должны научиться корректно использовать математический инструментарий, причем более высокого порядка, чем он был до нынешнего времени.

Источники

Алферьев Д. А., Дуболазова Ю. А., Гончарова Н. Л. (2020) Направления использования квантовых вычислений в аспекте социально-экономических наук. Устойчивое развитие цифровой экономики, промышленности и инновационных систем. Сборник трудов научно-практической конференции с зарубежным участием. СПб., Политех-Пресс, с. 644-647.

- Бажанов В. А., Барышников П. Н., Михайлов И. Ф., Смирнова Н. М., Ястреб Н. А. (2021) Перспективы вычислительного подхода в социальных науках. Дискуссия. Философия науки и техники, № 26 (1), с. 56–63. DOI: 10.21146/2413-9084-2021-26-1-56-63.
- Ведута Н. И. (1971) Экономическая кибернетика. Очерки по вопросам теории. Мн., Наука и техника, 320 с.
- Винер Н. (1983) Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. М., Наука, 344 с.
- Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. (2004) Параллельные вычисления. СПб., БХВ-Петербург, 608 с.
- Галушкин А. И. (2000) Нейрокомпьютеры: учебное пособие для вузов. М., ИПРЖР, 528 с.
- Жерон О. (2018) Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и Tensor Flow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем. СПб., Альфа-книга, 688 с.
- Ильин В. П. (2018) Математическое моделирование и философия науки. Вестник РАН, № 88 (1), с. 58–66. DOI: 10.7868/So869587318010073.
- Ильченко С. М., Круковский Я. В. (2021) Системообразующие аспекты моделирования процессов цифровой трансформации современной экономики. Наука о человеке: гуманитарные исследования, № 15 (1), с. 187–198. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.1.21.
- Казарян В. П. (2013) Волшебный мир математики обрел «земное лицо». Российский гуманитарный журнал, № 2 (3), с. 252–261. DOI: 10.15643/libartrus-2013.3.4.
- Козырев А. Н. (2019) Цифровизация, математические методы и системный кризис экономической науки. Цифровая экономика, № 8 (4), с. 5–20. DOI: 10.34706/DE-2019-04-01.
- Крылов А. Н. (1949) Собрание трудов ак. А.Н. Крылова. Т. III: ч. I. М.-Л., Изд-во АН СССР, 498 с. <https://math.ru/krylov/>.
- Макаров В. Л., Бахтизин А. Р., Сушко Е. Д., Сушко Г. Б. (2018) Моделирование социальных процессов на суперкомпьютерах: новые технологии. Вестник РАН, № 88 (6), с. 508–518. DOI: 10.7868/So86958731806004X.
- Михайлова Н. В. (2016) Переусложненность современной математики: философско-методологический анализ. Российский гуманитарный журнал, № 5 (2), с. 122–130. DOI: 10.15643/libartrus-2016.2.3.
- Омату С., Халид М., Юсоф Р. (2000) Нейроуправление и его приложения. М., Изд-во ИПРЖР, 272 с.
- Попов С. С. (2019) Опасное отставание в суперкомпьютерных технологиях необходимо преодолеть. Обсуждение научного сообщения. Вестник РАН, № 91 (12), с. 1115–1124. DOI: 10.31857/So869587321120100.
- Родионова Л. Р. (2022) Эволюционные процессы в экономике. Modern Economy Success, № 6, с. 100–105. <https://mes-journal.ru/wp-content/uploads/2022/11/mes-6-2022.pdf>.
- Семенов Б. В., Дороговцев А. П. (1996) Глобальные и локальные сети в отраслевых информационных системах (методические вопросы). Вологда, Изд-во ВНКЦ ЦЭМИ РАН, 61 с.
- Сигов А. С., Андрианова Е. Г., Жуков Д. О., Зыков С. В., Тарасов И. Е. (2019) Квантовая информатика: обзор основных достижений. Российский технологический журнал, № 7 (1), с. 5–37. DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-1-5-37.
- Терехов В. А., Ефимов Д. В., Тюкин И. Ю. (2002) Нейросетевые системы управления. М., Высш. шк., 183 с.
- Успенский В. А. (2011) Апология математики (сборник статей). СПб., Амфора, 554 с.
- Успенский В. А. (2015) Предисловие к математике (сборник статей). СПб., Амфора, 474 с.
- Четверушкин Б. Н., Якобовский М. В. (2021) О перспективах развития в России высокопроизводительных вычислений и предсказательного моделирования в современных технологиях. Вестник РАН, № 91 (12), с. 1108–1114. DOI: 10.31857/So869587321120057.
- Ястреб Н. А. (2021) Шахматы и машина Тьюринга: границы применимости вычислительного подхода в социальных науках. Философия науки и техники, № 26 (1), с. 51–55. DOI: 10.21146/2413-9084-2021-26-1-51-55.
- Banko M., Brill E. (2001) Scaling to Very Very Large Corpora for Natural Language Disambiguation. 39 Annual Meeting on Association for Computational Linguistics. Proceedings. The Association for Computational Linguistics Publ., Stroudsburg, pp. 26–33. DOI: 10.3115/1073012.1073017.
- Halevy A., Norvig P., Pereira F. (2009) The Unreasonable Effectiveness of Data. IEEE Intelligent Systems, vol. 24, iss. 2, pp. 8–12. DOI: 10.1109/MIS.2009.36.
- Pei J., Deng L., Song S., Zhao M., Zhang Yo., Wu Sh., Wang G., Zou Zh., Wu Zh., He W., Chen F., Deng N., Wu S., Wang Yu, Wu Yu., Yang Zh., Ma Ch., Li G., Han W., Li H., Wu H., Zhao R., Xie Yu., Shi L. (2019) Towards Artificial General Intelligence with Hybrid Tianjic Chip Architecture. Nature, vol. 572, pp. 106–111. DOI: 10.1038/s41586-019-1424-8.

References

- Alfer'ev D. A., Dubolazova Yu. A., Goncharova N. L. (2020) Napravleniya ispol'zovaniya kvantovykh vychisleniy v aspekte sotsial'no-ekonomicheskikh nauk [Directions for the use of quantum computing in the aspect of socio-economic sciences]. Ustoychivoye razvitiye tsifrovoy ekonomiki, promyshlennosti i innovatsionnykh system [Sustainable development of the digital economy, industry and innovation systems]. Collection of proceedings of the scientific-practical conference with foreign participation. St. Petersburg, Polytech-Press Publ., pp. 644–647 (In Russian).
- Banko M., Brill E. (2001) Scaling to Very Very Large Corpora for Natural Language Disambiguation. 39 Annual Meeting on Association for Computational Linguistics. Proceedings. The Association for Computational Linguistics Publ., Stroudsburg, pp. 26–33. DOI: 10.3115/1073012.1073017.

- Bazhanov V. A., Baryshnikov P. N., Mikhailov I. F., Smirnova N. M., Yastreb N. A. (2021) Perspektivy vychislitel'nogo podkhoda v sotsial'nykh naukakh. Diskussiya [Perspectives of the computational approach in social sciences. Discussion]. *Filosofiya nauki i tehniki / Philosophy of Science and Technology*, vol. 26, iss. 1, pp. 56–63. DOI: 10.21146/2413-9084-2021-26-1-56-63 (In Russian).
- Chetverushkin B. N., Yakobovsky M. V. (2021) O perspektivakh razvitiya v Rossii vysokoproizvoditel'nykh vychisleniy i predskazatel'nogo modelirovaniya v sovremennykh tekhnologiyakh [On the prospects for the development of high-performance computing and predictive modeling in modern technologies in Russia]. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 91, iss. 12, pp. 1108–1114. DOI: 10.31857/S0869587321120057 (In Russian).
- Galushkin A. I. (2000) *Neurokomp'yutery: uchebnoye posobiye dlya vuzov* [Neurocomputers: textbook for universities]. Moscow, IPRJR Publ., 528 p. (In Russian).
- Geron O. (2018) *Prikladnoye mashinnoye obucheniye s pomoshch'yu Scikit-Learn i Tensor Flow: kontseptsii, instrumenty i tekhniki dlya sozdaniya intellektual'nykh sistem* [Applied machine learning with Scikit-Learn and Tensor Flow: concepts, tools and techniques for building intelligent systems]. St. Petersburg, Al'fa-kniga Publ., 688 p. (In Russian).
- Halevy A., Norvig P., Pereira F. (2009) The Unreasonable Effectiveness of Data. *IEEE Intelligent Systems*, vol. 24, iss. 2, pp. 8–12. DOI: 10.1109/MIS.2009.36.
- Ilchenko S. M., Krukovsky Y. V. (2021) Sistemoobrazuyushchiye aspekty modelirovaniya protsessov tsifrovoy transformatsii sovremennoy ekonomiki [System-forming aspects of modeling the processes of digital transformation of the modern economy]. *Russian Journal of Social Sciences and Humanities*, vol 15, iss. 1, pp. 187–198. DOI: 10.17238/issn1998-5320.2021.15.1.21 (In Russian).
- Ilyin V. P. (2018) Matematicheskoye modelirovaniye i filosofiya nauki [Mathematical modeling and philosophy of science]. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 88, iss. 1, pp. 58–66. DOI: 10.7868/S0869587318010073 (In Russian).
- Kazaryan V. P. (2013) Volshebnyy mir matematiki obrel “zemnoye litso” [The magical world of mathematics has acquired an “earthly face”]. *Liberal Arts in Russia*, vol. 2, iss. 3, pp. 252–261. DOI: 10.15643/libartrus-2013.3.4 (In Russian).
- Kozyrev A. N. (2019) Tsifrovizatsiya, matematicheskiye metody i sistemnyy krizis ekonomicheskoy nauki [Digitalization, mathematical methods and the systemic crisis of economic science]. *Digital Economy*, vol. 8, iss. 4, pp. 5–20. DOI: 10.34706/DE-2019-04-01 (In Russian).
- Krylov A. N. (1949) *Sobraniye trudov akademika A. N. Krylova. T. III: ch. I* [Collection of works of academician A. N. Krylov. T. III: part I]. Moscow- Leningrad, AN SSSR Publ., 498 p. <https://math.ru/krylov/> (In Russian).
- Makarov V. L., Bakhtizin A. R., Sushko E. D., Sushko G. B. (2018) Modelirovaniye sotsial'nykh protsessov na superkomp'yuterakh: novyye tekhnologii [Modeling of social processes on supercomputers: new technologies]. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 88, iss. 6, pp. 508–518. DOI: 10.7868/S086958731806004X (In Russian).
- Mikhailova N. V. (2016) Pereuslozhnennost' sovremennoy matematiki: filosofsko-metodologicheskyy analiz [Overcomplexity of modern mathematics: philosophical and methodological analysis]. *Liberal Arts in Russia*, vol. 5, iss. 2, pp. 122–130. DOI: 10.15643/libartrus-2016.2.3 (In Russian).
- Omatu S., Khalid M., Yusof R. (2000) Neyroupravleniye i yego prilozheniya [Neurofeedback and its applications]. Moscow, IPRJR Publ., 272 p. (In Russian).
- Pei J., Deng L., Song S., Zhao M., Zhang Yo., Wu Sh., Wang G., Zou Zh., Wu Zh., He W., Chen F., Deng N., Wu S., Wang Yu, Wu Yu., Yang Zh., Ma Ch., Li G., Han W., Li H., Wu H., Zhao R., Xie Yu., Shi L. (2019) Towards Artificial General Intelligence with Hybrid Tianjic Chip Architecture. *Nature*, vol. 572, pp. 106–111. DOI: 10.1038/s41586-019-1424-8.
- Popov S. S. (2021) Opasnoye otstavaniye v superkomp'yuternykh tekhnologiyakh neobkhodimo preodolet'. Obsuzhdeniye nauchnogo soobshcheniya [Dangerous lag in supercomputer technologies must be overcome. Discussion of the scientific message]. *Herald of the Russian Academy of Sciences*, vol. 91, iss. 12, pp. 1115–1124. DOI: 10.31857/S0869587321120100 (In Russian).
- Rodionova L. R. (2022) Evolyutsionnyye protsessy v ekonomike [Evolutionary processes in the economy]. *Modern Economy Success*, iss. 6, pp. 100–105. <https://mes-journal.ru/wp-content/uploads/2022/11/mes-6-2022.pdf> (In Russian).
- Semenov B.V., Dorogovtsev A.P. (1996) Global'nyye i lokal'nyye seti v otraslevykh informatsionnykh sistemakh (metodicheskiye voprosy) [Global and local networks in industry information systems (methodological issues)]. Vologda, VNKTS TSEMI RAN Publ., 61 p. (In Russian).
- Sigov A. S., Andrianova E. G., Zhukov D. O., Zykov S. V., Tarasov I. E. (2019) Kvantovaya informatika: obzor osnovnykh dostizheniy [Quantum informatics: a review of the main achievements]. *Russian Technological Journal*, vol. 7, iss. 1, pp. 5–37. DOI: 10.32362/2500-316X-2019-7-1-5-37 (In Russian).
- Terekhov V. A., Efimov D. V., Tyukin I. Yu. (2002) Neyrosetevyye sistemy upravleniya [Neural network control systems]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 183 p. (In Russian).
- Uspensky V. A. (2011) *Apologiya matematiki (sbornik statey)* [Apology of mathematics (collection of articles)]. St. Petersburg, Amfora Publ., 554 p. (In Russian).
- Uspensky V. A. (2015) *Predisloviye k matematike (sbornik statey)* [Preface to mathematics (collection of articles)]. St. Petersburg, Amfora Publ., 474 p. (In Russian).
- Veduta N. I. (1971) *Ekonomicheskaya kibernetika. Ocherki po voprosam teorii* [Economic cybernetics. Essays on questions of theory]. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 320 p. (In Russian).

- Voevodin V. V., Voevodin V. V. (2004) Parallelnyye vychisleniya [Parallel computing]. St. Petersburg, BKHV-Peterburg Publ., 608 p. (In Russian).
- Wiener N. (1983) Kibernetika, ili upravleniye i svyaz' v zhivotnom i mashine [Cybernetics, or control and communication in animals and machines]. Moscow, Nauka Publ., 344 p. (In Russian).
- Yastrebnik N. A. (2021) Shakhmaty i mashina T'yuringa: granitsy primenimosti vychislitel'nogo podkhoda v sotsial'nykh naukakh [Chess and the Turing machine: the limits of applicability of the computational approach in the social sciences]. Philosophy of Science and Technology, vol. 26, iss. 1, pp. 51-55. DOI: 10.21146/2413-9084-2021-26-1-51-55 (In Russian).

Информация об авторе

Алферьев Дмитрий Александрович

Кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Лаборатории интеллектуальных и программно-информационных систем Вологодского научного центра РАН, г. Вологда, РФ; ассистент Высшей инженерно-экономической школы Института промышленного менеджмента, экономики и торговли Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург, РФ.
ORCID ID: 0000-0003-3511-7228.
E-mail: alferev_1991@mail.ru

Author's information

Dmitry A. Alfer'ev

Cand. Sc. (Econ.), Senior Researcher of the Laboratory of Intelligent and Software-Information Systems of the Vologda Research Center of the RAS, Vologda, Russian Federation; Assistant of the Higher Engineering and Economic School of the Institute of Industrial Management, Economics and Trade of the Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russian Federation.
ORCID ID: 0000-0003-3511-7228.
E-mail: alferev_1991@mail.ru