

DOI: 10.15643/libartrus-2016.1.1

Прикладная математика в мире сложности

© В. П. Казарян

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Россия, 119991 г. Москва, Ломоносовский пр., 27, корп. 4.

Email: vp.kazaryan@mtu-net.ru

В современной математике возрастает значение прикладных исследований, по этой причине современная математика изначально ориентирована на разрешение проблемных ситуаций, фактически встав в этом отношении в один ряд с другими научными дисциплинами. Используя новый инструмент – вычислительные системы, прикладная математика обратилась к новому объекту: не к природе, не к социуму, а к практической деятельности человека. Фактически, предметом современной прикладной математики является проблемная для субъекта-актера ситуация, а само исследование ориентировано на решение материально-практических задач. Таким образом, современная прикладная математика все больше становится схожей с инженерными науками, и все большее значение приобретает математическое моделирование проблемных ситуаций. В своих исследованиях автор опирается на широкий контекст современной науки, включающий работы философов и методологов, а также математиков и специалистов в области естественных наук.

Ключевые слова: *проблемная ситуация, математическая модель, актер, система, цель, намерение, неопределенность, сложность, вычислительная система, современная прикладная математика.*

Большое место в современных математических исследованиях занимает прикладная математика и ее взаимосвязи с фундаментальными исследованиями.

Прикладная математика исторически складывалась по мере применения результатов математической науки за ее пределами и, прежде всего, в естествознании. Исторически возникло понимание того, что математизация всех видов деятельности не является оправданной [11]. Вместе с тем выяснилось, что применение математики для постановки и разрешения подавляющего числа практических проблем возможно и даже необходимо. Таким образом математика вышла из идеального мира математических абстракций на просторы жизненного мира [7].

С появлением у математика нового инструмента для исследования – вычислительных систем, осуществились огромные изменения в науке – как в научном мышлении, так и в предметной области, и в методах. Проблемное поле математики безгранично расширилось, поскольку оказалось возможным исследовать сложные системы с огромным количеством переменных. Современный математик имеет дело со сложными системами и как с предметом исследования, и как с инструментом.

Огромный арсенал проблем стали поставлять социальные практики. Что касается природных явлений, то они перед современными математиками предстали в новом свете – в свете сложности. В самом деле, Г. Галилей, использовавший новый физический инструмент – подзорную трубу, увидел и открыл не известные ранее небесные тела, а биолог, применив изобретенный микроскоп, увидел доселе неведомый микроскопический мир живого. Так и современный математик, вооруженный компьютером и системным мышлением, воплощенным в математической форме, увидел мир иначе – как процессуальный и сложноорганизованный.

«Мир расширился и обогатился для ученого, а вслед за ним для других людей. Он показался более сложным, иным, даже чужим, непривычным», – писал академик Академии наук СССР и Российской Академии наук Н. Н. Моисеев [12, с. 140]. Более того, жизненный мир, повседневная практика современности породили ситуацию, понимание которой не укладывается в рамки привычного опыта человека: приобретенный опыт сегодня уже не может служить надежным ориентиром в современном мире – оказались востребованными наука и в особенности математика: математическое начало сегодня проникает во все области человеческой деятельности.

Почти все сферы человеческой деятельности сосредоточены на решении своих внутренних проблем, в результате они ставят перед математиком внешние по отношению к математике цели. Развиваясь по законам своей внутренней логики, математическая наука сегодня охватывает разные виды практики и предъявляет к ним свои требования, подчиняя себе и организуя на свой лад предмет исследования. При этом деятельность математика находится под воздействием таких нематематических факторов как условия заказчика (актора); мощности вычислительных машин вместе с обслуживающими профессионалами; особенностей исследуемого объекта, а внешние обстоятельства выступают как конституирующие существо дела, а не как второстепенные. Только лишь внутренней логикой развития математики такое математическое исследование объяснить невозможно.

Ранее, не в очень далеком прошлом, с помощью методов классического математического анализа можно было решать очень ограниченный круг простейших, с современной точки зрения, задач из области физики, механики, астрономии. Во многом именно в силу отсутствия вычислительной техники «математики в течение целого столетия должны были пребывать в разреженной атмосфере разума и логических структур, нигде не соприкасающихся с реальной действительностью» [1, с. 253]. В последние полвека ситуация коренным образом изменилась.

Открылась удивительная область прикладной математики, где главенствуют не закон и действующая причина, а модель и конечная причина – цель. Эти исследования имеют больше сходства с инженерными науками, чем с науками фундаментальными: в них объектом исследования является возможное действие человека в проблемной для него ситуации, причем в жизненной проблемной ситуации. Здесь проявляется человек не только как гносеологический субъект, но и как человек телесный, этический, целеустремленный, обладающий ценностно нагруженным мышлением – человек желающий и действующий.

О действиях актора ученые-математики активно заговорили тогда, когда стали развиваться современные технологии, объединяющие науку и интересы человека, а проблемная ситуация стала осмысливаться как сложная система. Идея сложности, как правило, подсказывается проблемной ситуацией, в которую явно или неявно, латентно включен принимающий решение человек. Примером явной формы включения человека в проблемную ситуацию служит системный анализ, исследование операций, теория принятия решений. Не случайно то, что понятие актора (действующего лица) и понятие сложной системы сегодня активно используется в теории управления, информационно-кибернетических исследованиях, прикладной математике и информатике. Понятие сложной системы стало настолько обыденным, что математик часто опускает эпитет «сложная». Понятие системы является теоретическим средством, с помощью которого исследователь достигает понимания интересующей его ситуации. Видеть предмет исследования как сложную систему – суть принципа сложности, столь характерного для современной науки [21]. Система строится исходя из некоего концепта, т.е.

ее смысла, задаваемого ученым. Актора нечто интересует, он чего-то желает, т.е. имеет какое-то намерение – это и трансформируется ученым в концепт.

Проблемная ситуация, на преодоление которой направлены возможные действия актора, включает в себя те проявления мира, которые релевантны активности актора: намерения (которые исследователь, изучив, превратит в цели), ресурсы (экономические и временные), ценности, средства (интеллектуальные и материально-предметные). Важно отметить, что в исследовании присутствует материально-техническая база, в качестве которой выступает имеющаяся в наличии вычислительная система, обладающая конкретными характеристиками – такими, как мощность, быстродействие и т.д. Этот инструмент математического исследования влияет на то, какая проблема будет сформулирована и поставлена, следовательно, и на то, какая математическая модель в итоге будет построена.

Результат математического исследования оказывается социально окрашенным в силу зависимости его от использования вычислительной машины определенного класса [18–20]. Как бы ни казалось это странным, с точки зрения традиционных научных представлений, но если нет подходящей вычислительной системы, то нет и модели: не опознается проблемная ситуация! (Бывает и наоборот: как учил академик А. Н. Тихонов, есть техническое средство, математическая модель, но не найдена пока проблема, к которой математик может это приложить. Но она появится [20]).

Можно провести аналогию с идеей А. Л. Никифорова, который, при рассмотрении структуры научного эмпирического факта, выделяет наряду с лингвистической и перцептуальной его компонентами, и материально-практическую компоненту, включающую в себя технические устройства, позволяющие осуществить эксперимент, и имеющие социально-историческую природу: «Под материально-практическим компонентом факта мы имеем в виду совокупность приборов и инструментов, а также совокупность практических действий с этими приборами, используемых при установлении факта. Материально-практическую сторону факта обычно не принимают во внимание, и создается впечатление, что факт вообще не зависит от этого компонента. Однако это не верно» [14, с. 155].

Внедрение человека в мир своим действием актуализирует мир сложности. Взаимодействие с миром порождает неопределенности – как в развертывании этого процесса взаимодействия, так и в объяснении и понимании происходящего, случающегося. Процесс взаимодействия в итоге оказывается сложной системой. Со стороны субъекта взаимодействие осуществляется посредством действия: субъект имеет некоторое намерение и желает осуществлять такую систему действий, которая оказалась бы эффективной с точки зрения реализации его намерения.

Складывается следующая ситуация: есть человек и противостоящая ему среда – Человек и «оно». У человека свои намерения, но «оно» безразлично к желаниям человека и ведет себя в соответствии с присущими ему законами («оно» может быть и природным, и человеческим). Ситуация предстает как сложная. Объективная неопределенность проявляется в ней из-за взаимодействия человека и внешней среды: человек ее не созерцает, а внедряется в нее, исходя из своих собственных интересов. Наука в руках человека помогает ему вырабатывать цели и достигать их. Как оппозицию этому утверждению вспомним А. Камю: по А. Камю, такое столкновение порождает ситуацию абсурда, в которой только и живет человек – человек абсурда, поскольку его цели не достигаются, желания не исполняются [9]. Решение проблемы заключается в том, чтобы учитывать интересы противостоящей ему среды и вырабатывать

разумные цели для человека, а также возможные пути их достижения – этому способствуют идея систем, компьютер, прикладная математика.

Современный инструмент математики – вычислительная система – позволил ученому войти в мир сложности. Объектом выступает потенциально возможное взаимодействие актора с внешним миром (действие актора). Это взаимодействие репрезентируется понятием проблемной ситуации. В результате исследования проблемной ситуации ученый «набрасывает» на нее «покрывало» математического аппарата и получает математическую модель. Математику приходится; а) строить модель проблемной ситуации, б) исследовать и изучать эту математическую модель, а при необходимости корректировать.

Часто говорят, что специалист по прикладной математике занимается исследованием моделей. Такое мнение основано на том факте, что в процессе исследования математической модели математик может уточнять ее относительно проблемной ситуации. Но это мнение справедливо только лишь отчасти. Как правило, самым важным является первый этап исследования – построение математической модели. От него зависит осмысленность всего исследования. Модели конкретны, относятся к единичному, выражают конкретную проблемную ситуацию (при наличии единых методов моделирования). Модель строится для свершения конкретного практического действия.

Облик современной прикладной математики, ее схему исследования, можно сжато выразить схемой практического рассуждения. Она выглядит следующим образом.

- Актор *K* имеет намерение получить *B*
- *K* считает, что для получения *B* нужно совершить действие *D*
- *K* совершает действие *D*

В реальной практике и намерение, и действие оказываются предметом серьезного математического исследования. В процессе построения математической модели проблемной ситуации математик-аналитик исследует намерение *B* актора *K*, проводит процедуру снятия неопределенности и формулирует цель, являющуюся математическим выражением намерения актора в условиях проблемной ситуации. Математик-аналитик формулирует проблему, определяет критерии, которым должно удовлетворять решение, осуществляет поиск возможных решений, затем сравнивает решение и критерии, и предлагает актору *K* альтернативы – возможные действия *D*. В случае необходимости (если нет удовлетворяющих актора решений) осуществляется возврат на первые этапы исследования – формулирования проблемы и критериев. Выбрав одну из альтернатив, актер *K* совершает действие *D*.

Проблема неопределенности намерений (желаний) типична для любого крупного технического и хозяйственного проекта. В процессе поиска решения исследователь сталкивается не только с неопределенностью целей и намерений, но и с другими видами неопределенностей, например, неопределенностью внешней обстановки или неопределенностью действий реального партнера или противника.

Схема практического рассуждения не всегда просматривается явно в деятельности математика, и часто оказывается скрытым, только лишь подразумеваемым, одно звено – актер. В этом случае его мотивы, ценности, которыми он руководствуется при формулировании своего намерения, не входят в сферу исследования математика. Масштабы проблем в прикладной математике может быть различным: от задачи спланировать строительство участка магистрали до принятия стратегических решений в области политики [6, 8, 11]. Самое полное ис-

следование, где в явной форме приходится учитывать мотивы, ценности, личные предпочтения актора, а не только ресурсы и ограничения, осуществляется в системном анализе как методологии поддержки принятия решения. В других случаях цель – намерение может быть задана без значительной неопределенности. Кроме того «намерение» может только подразумеваться как конечное назначение исследования за пределами математики для жизненной практики.

Современная прикладная математика исследует те проблемы, которые связаны с жизнью: работа математика нацелена на исследование и разрешение некоторого затруднения, имеющего место вне математики. Целью математического исследования является достижение намерения-цели актора интеллектуальными средствами в интеллектуальном мире. Задача состоит не в обеспечении понимания или объяснения ситуации через постижение истины, но задача состоит в том, чтобы обеспечить достижение цели наиболее эффективно, т.е. чтобы разработать проект деятельности. Заявленное актором намерение, т.е. внешняя цель, на базе математических и вычислительных средств трансформируется в математическое исследование.

Эта область математической деятельности отличается от той, которую называют приложениями математики или математизацией, и отличается тем, что в этом случае именно аналитик-математик *изначально* формулирует задачу, что фактически означает формирование математического видения некоторой нематематической ситуации. Примерами этого могут служить:

а) Разработка стратегии полководца в условиях сражения. Что должен делать полководец (актор), если ему нужно выиграть битву и принять решение в реальных (не лабораторных идеализированных) условиях, в конкретной ситуации?

б) Проблема стратегии развития народного хозяйства – разработка народнохозяйственного плана. Что должен делать актер, чтобы хозяйство достойно работало в реальных условиях состояния государства.

г) Астрофизическая проблема: что должен делать актер-исследователь, чтобы получить взрыв сверхновой звезды. Звезду нужно не описать, а взорвать в виртуальном мире. Требуется создать интеллектуальную информационную систему, которая бы это сделала.

д) Примеры из области исследования операций: план снабжения предприятий; постройка участка магистрали; продажа сезонных товаров; снегозащита дорог; противолодочный рейд; выборочный контроль продукции; медицинское обследование; библиотечное обслуживание.

Приведенные в примерах проблемы различаются по содержанию, но форма везде одна: дать рецепт эффективной деятельности, создать проект деятельности. У математика есть средства для формулирования проблемы и ее разрешения – творческая деятельность, системное мышление и теория систем, а также компьютер и аппарат прикладной математики.

Краткий обзор проблем показывает, что современная прикладная математика имеет своим предметом потенциальную деятельность (действия) человека-актера, свершаемую в конкретных социально-культурных условиях. Прикладная математика изучает деятельность математическими средствами, т.е. в конечном счете, организацию этой деятельности, а содержание деятельности является условием для ее успешного проектирования. Фактически прикладная математика как область знания имеет прагматический характер. В ней речь идет не об описании-постижении свойств математических объектов как идеальных сущностей и не об описании реальности, как это имеет место в естественных и общественных науках, а о том,

каким образом достичь нужного результата в результате выполнения некоторой деятельности. Оценка здесь осуществляется с точки зрения эффективности, а не истинности. Такое требование технических наук, как практическая эффективность исследования, здесь выступает как необходимое условие этой деятельности.

Давно замечено, что прикладная математика не пишет законы, а строит модели. Математические модели строятся не ради чистого знания, а для получения *конкретного* результата с помощью конкретной вычислительной системы по поводу конкретной проблемной ситуации. Как считал академик РАН Н. С. Бахвалов, лучше найти удовлетворительное решение задачи, но в срок, чем получить полное решение задачи к тому времени, когда оно станет бесполезным [3].

Конкретность, т.е. индивидуальность, математической модели некоторого явления (проблемной ситуации) заключается в следующем:

- Формулирование на математическом языке «намерения» как цели относительно проблемной ситуации
- Конкретность проблемной ситуации в смысле ее жизненности, а не абстрактности. Жизненная ситуация моделируется теоретически – схватывается в паттерне
- Конкретность инструментария: если есть суперкомпьютер, то математическая модель может быть более богатой, т.е. более конкретной. Если вычислительная система является менее мощной, то имеет смысл построить более скромную математическую модель

Что касается модели, то модель всегда конкретна. Понятно, что разработанные методы моделирования для решения классов задач носят общий характер. Но объект всегда единичный, конкретный, потому и модель конкретна. Она отличается по своему гносеологическому статусу от традиционной научной теории. Если, например, в классической механике единичный объект описывается благодаря указанию начальных и граничных условий на базе ее законов, то в современной прикладной математике конкретность заложена в постановке задачи и в формулировке проблемы. Жизненное затруднение – это ориентир, а возможные пути его преодоления есть смысл исследования в прикладной математике. Материально-техническая компонента исследования в лице подходящей вычислительной системы и профессионалов, ее обслуживающих, является социальным условием возможности решения поставленной проблемы.

Если говорят, что прикладная математика занимается исследованием математических моделей, то это означает, что модель уже построена. При этом остаются в стороне вопросы о том, как она была построена и моделью чего она является – и ответы на эти вопросы. Но это основные вопросы, поскольку моделирование призвано моделировать то, что интересно и нужно актору-заказчику. Если модель построена, она всегда может быть исследована математиком: у него достаточно для этого профессиональных средств. При этом все звенья математического исследования – понимание проблемной ситуации, математическая модель, алгоритм, программа, компьютер – взаимосвязаны.

Прежде всего, возникает вопрос – что и для чего моделируется, а затем и вопрос о том, каким образом осуществляется моделирование (какие принципы и допущения лежат в его основе). Как правило, моделирование осуществляется с ориентацией на заказчика-актера. Так, например, как выше сказано, приходится моделировать космические физические процессы, финансовые потоки, процессы управления народным хозяйством или фирмой (предприятием), военные действия, экологические и климатические процессы, и тому подобное. Можно

с большой долей уверенности говорить о том, что предметом моделирования является практическая жизненная проблемная ситуация. Выражение «практическая жизненная ситуация» означает реальную (не абстрактную) ситуацию, которая включает в себя человека-актера, для которого ситуация является проблемной: имеет место состояние ситуации А, но актеру нужно получить состояние ситуации Б. Наличие разрыва между состояниями А и Б и представляет собой проблему.

Принципиально важно иметь в виду, что математическое моделирование имеет дело с практической деятельностью человека, находящегося в жизненной проблемной ситуации. Поэтому процесс научного исследования, в его целостности, включает несколько этапов исследования: от этапа исследования проблемной для актера ситуации до этапа использования – внедрения им результатов исследования. Цель исследования заключается в том, чтобы дать возможность актеру совершить некоторое практическое действие для достижения поставленной цели, т.е. реализовать его намерение, и тем самым разрешить (или преобразовать) проблемную ситуацию.

Ученый, прежде всего, исследует проблемную ситуацию. По поводу ее строится математическая модель. Важнейший этап исследования – выделение-опознание проблемной ситуации. Для этого требуется обозначить границы системы, выявить ограничения, накладываемые на решение, сформулировать намерения актера. Структура проблемной ситуации в общем виде выглядит следующим образом: актер (лицо, принимающее решение) с его намерениями и ценностями, экономические ресурсы, ограничения временные и природные – в конкретных случаях она может сужаться до того или иного частного вида. В зависимости от уровня сложности структуры проблемной ситуации, разрабатываются (или используются) соответствующие методы исследования. Задача исследования заключается в том, чтобы предложить эффективный путь практического действия, т.е. осуществления намерения актера. Построение математической модели часто носит характер большого исследования, иногда по статусу равного построению новой теории.

В философии науки методология прикладной математики представлена достаточно обширно – в ее рамках исследовалась структура знания в и специфика исследований в прикладной математике. Так, В. В. Налимов показал, что логика утверждений в прикладной математике носит не аксиоматический дедуктивный строгий характер, а является мозаичной [13]. Д. Пойа и И. И. Блехман, А. Д. Мышкис и Я. Г. Пановко показали, что прикладная математика включает в себя правдоподобные (рациональные) рассуждения наряду с традиционными для математики дедуктивными рассуждениями [15, 4]. Здесь математик не может работать в области только чистого умозрения: он должен, говоря словами В. В. Налимова, следить за реальностью, которая стоит за его символами и по поводу которой он строит символическое представление [13]. Показано, что в процессе вычислительного эксперимента при построении разностных схем приходится использовать внешние (не математические) аргументы, чтобы обеспечить сходимость алгоритма... Математик в процессе вычислений обращается к предметному знанию [19]. А. А. Самарским разработана методология вычислительного эксперимента [17]. Было показано, что исследовательская деятельность специалиста по прикладной математике неотделима от предметного знания.

Чего же, все-таки, не доставало в философском осмыслении исследований прикладной математики? Недоставало, пожалуй, целостного взгляда на деятельность ученого, исследу-

ющего проблему. Поставленная проблема никогда не была чисто математической – она всегда касалась и знания нематематического, приходящего извне. Даже частные задачи прикладной математики являются частью более сложной проблемы – проблемы принятия решения актором по поводу разрешения некоторой проблемной ситуации. Поскольку часто один или более элементов проблемной ситуации, которым является актер, является «свернутым», неявным, его как бы не замечают, элиминируют из исследования. Но он в явной или в неявной форме присутствует в исследовании. Это становится понятным, если мы рассматриваем прикладную математику не только как готовое знание, но как процесс деятельности ученого по получению знания.

В философии прикладной математики обычно остается в тени конечная цель исследовательской деятельности. Найти истинное знание – но знание о чем? Важна эффективность модели, ее успешность в случае использования в человеческих практиках не сама по себе – важна эффективность модели в связи с достижением некоторой цели. Откуда берется цель, являющаяся элементом моделирования? Для чего строить математическую модель и как ее строить? На эти вопросы нужно ответить, чтобы осуществить исследование посредством математического моделирования. Здесь возникает вопрос о внешней для математика цели, поэтому такое исследование и квалифицируется как прикладное. Отчетливо этот характер исследований проявляется в конструировании информационных систем, чем в основном и занимается специалист по прикладной математике.

Прикладная математика используется как инструмент для преодоления человеческих проблем. Человеческая практическая деятельность, по возможности, выступает как объект современной прикладной математики. Поскольку современная прикладная математика имеет своей конечной целью обеспечение практики соответствующими эффективными инструментами решения проблем, она представляет собой прагматический вид научного исследования. Осознавая свой объект исследования, свою функцию в изучении явлений, прикладная математика свою когнитивную задачу понимает как конструирование эффективных систем деятельности.

В философии науки принято считать, что в отличие от других наук математика не имеет своего объекта исследования. Ушло в прошлое и стремление трактовать математику как науку о природе. Вместе с тем, в современной философии математики остается в стороне от генерального направления исследований огромная область современной математики, занятая прикладной математикой. При всей широте понимания названия «прикладная математика», нельзя не заметить, что математика, обретя новый инструмент – компьютер, и развив соответствующие ему методы и соответствующую ему современную форму знания – математическое моделирование, обратилась снова к объекту: но не к природе, не к социуму, а к деятельности человека. В последние полвека статус прикладной математики в науке и обществе непрерывно возрастает, а в философии математики, в свою очередь, возрастает интерес к прикладной математике. Предметом прикладной математики является проблемная ситуация, в которой соединены интересы человека, инструмент исследования и характеристики реальности. Цель науки – помочь действующему актору разрешить эту проблемную ситуацию.

Мы видим, что ситуация познавательная сливается с практической ситуацией, когда теоретические конструкции должны «объять» то, что задается конкретными и ситуативными ображениями практики. Фактически это означает, что современная прикладная математика

являет собой новый тип познавательной деятельности, претендующий на выработку социокультурной модели для целенаправленного практического действия.

Литература

1. Арцимович Л. А. *Избранные труды. Атомная физика и физика плазмы*. М.: Наука, **1978**.
2. Бажанов В. А. Прагматический поворот в философии науки // *Эпистемология & философия науки*. **2015**. Т. XLII. №1. С. 245–247.
3. Бахвалов Н. С. *Основы вычислительной математики*. М.: Наука, **1970**.
4. *Численные методы*. М.: Наука, **1987**.
5. Блехман И. И., Мышкис А. Д., Пановко Я. Г. *Прикладная математика: Предмет, логика, особенности подходов*. Изд. 4-е. М.: Издательство ЛКИ, **2007**.
6. Браун Дж. Р. Может ли математика объяснять? // *Эпистемология & философия науки*. Т. XIX. №1. С. 16–32.
7. Венцель Е. С. *Исследование операций. Задачи. Принципы. Методология*. М.: Наука, **1980**.
8. Казарян В. П. Волшебный мир математики обрел земное лицо // *Современный гуманитарный журнал*. **2013**. Том 2. №3.
9. Казарян В. П. Философские проблемы прикладной математики // *Философия математики и технических наук*. М.: Академический проект, 2006
10. Камю А. *Бунтующий человек*. М.: Политиздат, **1990**.
11. *Математизация современной науки: предпосылки, проблемы, перспективы. Сборник трудов* / Отв. ред. В. И. Купцов. М.: Центр. Совет филос. (методол.) семинаров при Президиуме АН СССР, **1986**.
12. Моисеев Н. Н. *Математические задачи системного анализа*. М.: Наука, **1981**.
13. Моисеев Н. Н. *Современный рационализм*. М.: МГВП КОКС, **1995**.
14. Налимов В. В. *Логическая структура прикладной математики*. М.: Издательство Московского университета, **1971**.
15. Никифоров А. Л. *Философия науки: История и теория*. М.: Идея-Пресс, **2006**.
16. Пойа Д. *Математика и правдоподобные рассуждения*. М.: Наука, **1975**.
17. Позер Х. Математика и книга природы. Проблема применимости математики к реальности // *Эпистемология & философия науки*. Т. I. №1. **2004**. С. 34–52.
18. Самарский А. А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент // *Вестник АН СССР*. **1979**. №5.
19. Самарский А. А., Попов Ю. П. *Разностные схемы газовой динамики*. М.: Наука, **1975**.
20. Тихонов А. Н., Самарский А. А. Об однородных разностных схемах // *Журнал вычислительной математики и математической физики*. **1961**. №1.
21. Тихонов А. Н., Гончарский А. В., Степанов В. В., Ягола А. Г. *Численные методы решения некорректных задач*. М.: Наука, **1990**.
22. *Философия науки. Вып.18. Философия науки в мире сложности*. М.: ИФ РАН, **2013**.

Поступила в редакцию 23.01.2016 г.

DOI: 10.15643/libartrus-2016.1.1

Applied mathematics in the world of complexity

© V. P. Kazaryan

*Lomonosov Moscow State University
4 Bldg., 27 Lomonosov Ave., 119991 Moscow, Russia.*

Email: vp.kazaryan@mtu-net.ru

In modern mathematics the value of applied research increases, for this reason, modern mathematics is initially focused on resolving the situation actually arose in this respect on a par with other disciplines. Using a new tool – computer systems, applied mathematics appealed to the new object: not to nature, not to society or the practical activity of man. In fact, the subject of modern applied mathematics is a problem situation for the actor-person, and the study is aimed at solving the material and practical problems. Developing the laws of its internal logic, mathematical science today covers various practices and makes them its own requirements, subjugating and organizing in their own way a subject of study. This math activity is influenced by such external factors as the condition of the actor-person; capacity of computers together with service professionals; characteristics of the object, and the external circumstances act as constituting the essence of the case and not as minor issues. The modern applied mathematics is becoming more and more similar to the engineering sciences, and the importance of mathematical modeling problem is rising. In the studies the author bases on the broader context of modern science, including works of philosophy and methodology, as well as mathematicians and specialists in the field of natural sciences.

Keywords: *problem situation, mathematical model, actor, system, goal, intention, uncertainty, complexity, computer system, modern applied mathematics.*

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at edit@libartrus.com if you need translation of the article.

Please, cite the article: Kazaryan V. P. Applied mathematics in the world of complexity // *Liberal Arts in Russia*. 2016. Vol 5. No. 1. Pp. 3–13.

References

1. Artsimovich L. A. *Izbrannye trudy. Atomnaya fizika i fizika plazmy [Selected works. Atomic physics and plasma physics]*. Moscow: Nauka, 1978.
2. Bazhanov V. A. *Epistemologiya & filosofiya nauki*. 2015. T. XLII. No. 1. Pp. 245–247.
3. Bakhvalov N. S. *Osnovy vychislitel'noi matematiki [Basics of computational mathematics]*. Moscow: Nauka, 1970.
4. *Chislennye metody [Numerical methods]*. Moscow: Nauka, 1987.
5. Blekhman I. I., Myshkis A. D., Panovko Ya. G. *Prikladnaya matematika: Predmet, logika, osobennosti podkhodov [Applied mathematics: Subject, logic, features of the approaches]*. 4 ed. Moscow: Izdatel'stvo LKI, 2007.
6. Braun Dzh.R. *Epistemologiya & filosofiya nauki*. T. XIX. No. 1. Pp. 16–32.
7. Ventsel' E. S. *Issledovanie operatsii. Zadachi. Printsipy. Metodologiya [Study of operations. Tasks. Principles. Methodology]*. Moscow: Nauka, 1980.
8. Kazaryan V. P. *Sovremennyyi gumanitarnyy zhurnal*. 2013. Vol. 2. No. 3.
9. Kazaryan V. P. *Filosofiya matematiki i tekhnicheskikh nauk*. Moscow: Akademicheskii proekt, 2006
10. Kamyu A. *Buntuyushchii chelovek [The rebel]*. Moscow: Politizdat, 1990.
11. *Matematizatsiya sovremennoi nauki: predposylki, problemy, perspektivy. Sbornik trudov*. Ed. V. I. Kuptsov. Moscow: Tsentr. Sovet filos. (metodol.) seminarov pri Prezidiume AN SSSPp. 1986.
12. Moiseev N. N. *Matematicheskie zadachi sistemnogo analiza [Mathematical problems of system analysis]*. Moscow: Nauka, 1981.

13. Moiseev N. N. *Sovremenniy ratsionalizm [Modern rationalism]*. Moscow: MGVP KOKS, **1995**.
14. Nalimov V. V. *Logicheskaya struktura prikladnoi matematiki [Logical structure of applied mathematics]*. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, **1971**.
15. Nikiforov A. L. *Filosofiya nauki: Istoriya i teoriya [Philosophy of science: History and theory]*. Moscow: Ideya-Press, **2006**.
16. Poia D. *Matematika i pravdopodobnye rassuzhdeniya [Mathematics and plausible reasoning]*. Moscow: Nauka, **1975**.
17. Pozer Kh. *Epistemologiya & filosofiya nauki*. T. I. No. 1. **2004**. Pp. 34–52.
18. Samarskii A. A. *Vestnik AN SSSR*. **1979**. No. 5.
19. Samarskii A. A., Popov Yu. P. *Raznostnye skhemy gazovoi dinamiki [Differential schemes of gas dynamics]*. Moscow: Nauka, **1975**.
20. Tikhonov A. N., Samarskii A. A. *Zhurnal vychislitel'noi matematiki i matematicheskoi fiziki*. **1961**. No. 1.
21. Tikhonov A. N., Goncharskii A. V., Stepanov V. V., Yagola A. G. *Chislennyye metody resheniya nekorrektnykh zadach [Numerical methods for solving ill-posed problems]*. Moscow: Nauka, **1990**.
22. *Filosofiya nauki. No. 18. Filosofiya nauki v mire slozhnosti [Philosophy of science. No.18. Philosophy of science in the world of complexity]*. Moscow: IF RAN, **2013**.

Received 23.01.2016.