

18. **Mayer B. O.** Cognitive aspects of modern philosophy of domestic education: monograph. – Novosibirsk, 2006. – 276 p.
19. **Kudashov V., Kudashova I.** Social functions of education in the situations of its crisis. – *Baikal Psychological and Pedagogical Journal*. – 2005. – No. 1–2(5–6). – P. 39–48.
20. **Khoroshenkova A.** The problems and tendencies of development of modern social-humanitarian education. – *Innovation and Education*. – St. Petersburg, 2003. – P. 371–374.
21. **Rozin V. M.** Philosophy of education. Etude-studies. – Moscow; Voronezh, 2007. – 576 p.
22. **Davydov V. V.** The theory of developmental education. – Moscow, 1996. – 544 p.
23. **Vygotsky L. S.** Imagination and creativity in childhood. – Moscow, 1991. – 93 p.
24. **Leontiev A.** Teach imagination to the human being. Creativity and developmental education. – *Questions of Psychology*. – 1998. – No. 5. – P. 82–85.
25. **Khutorskoy A.** A heuristic type of education. The results of scientific and practical research. – *Pedagogy*. – 1999. – No. 7. – P. 15–22.

BIBLIOGRAPHY

Kulipanova N. V., Nalivayko N. V., Orlova I. P., Ushakova E. V. The variety of contemporary social systems and strategies of globalizing education. – *Philosophy of Education*. – 2012. – No. 6(45). – P. 64–77.

Petrov M. A., Raybekas A. Ya. The phenomenon of information and knowledge. – Krasnoyarsk, 2006. – 135 p.

Принята редакцией: 08.01.2016

DOI: 10.15372/PHE20160117

УДК 51+378

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИМЕНИМОСТИ МАТЕМАТИКИ

В. М. Резников (Новосибирск)

Статья посвящена проблеме адекватности математики – значимой, междисциплинарной проблеме, охватывающей чистую математику, прикладную математику, философию и методологию науки, педагогику и др. Существуют сугубо философские подходы к проблеме адекватности математики, основанные на тезисе о неустранимости математики из наиболее успешных естественнонаучных теорий. Однако, по-нашему мнению, они не представляют интереса для реальных приложений. Во-первых, в подавляющем большинстве научные дисциплины не являются формализованными. Во-вторых, на основе теорий решается менее одного процента научных проблем. В-третьих, даже в физике роль теорий ограничена теоретически-

© Резников В. М., 2016

Резников Владимир Моисеевич – кандидат философских наук, Института философии и права СО РАН.

E-mail: mathphil1976@gmail.com

Reznikov Vladimir M. – Candidate of Philosophical Sciences, the Institute of Philosophy and Law of the RAS.

ми проблемами, а для объяснений конкретных физических явлений используют эмпирические законы и модели физических теорий.

Цель работы состоит в проведении методологического анализа реальных применений прикладной математической статистики. Дело в том, что несмотря на интенсивное применение математики практически во всех областях знания, современный формальный аппарат не вполне соответствует корректному применению математики. Известные требования к применению математики не являются строгими, и корректное применение математики относится скорее к искусству, чем к сфере науки. Проблемы корректного и эффективного применения математики являются актуальными, так как они важны для научной практики, однако не получили должного внимания в философской и методологической литературе.

Основная идея работы состоит в демонстрации эффективности методологического анализа в контексте реальных применений. В работе на основе предложенного понятия базового свойства математической дисциплины сформулированы требования к применимости математической дисциплины. Так как множество требований не является полным, предлагается стратегия по уточнению требований, которая заключается в определении свойств математических объектов, способствующих или препятствующих применению формального аппарата. В результате такой работы уточняется понятие адекватности математической дисциплины, в частности прикладной статистики. Сложности использования прикладной статистики вызывают появление новых перспективных направлений в статистике. Все известные потенциалы математической статистики так или иначе связаны с развитием общих и прикладных статистических идей. Однако для успеха в совершенствовании статистической науки в целом необходимо совершенствовать методологию преподавания статистических дисциплин и осуществлять организационную модификацию статистических подразделений.

Ключевые слова: адекватность математической дисциплины, теория вероятностей, математическая и прикладная статистика, философия и методология науки.

METHODOLOGICAL ANALYSIS OF THE PROBLEMS OF APPLICABILITY OF MATHEMATICS

V. M. Reznikov (Novosibirsk)

The article is devoted to the problem of adequacy of mathematics. This problem is a significant and interdisciplinary one; it covers pure mathematics, applied mathematics, philosophy and methodology of science, pedagogics and etc. There exist purely philosophical approaches to the problem of adequacy of mathematics, which are primarily based on the thesis of indispensability of mathematics in the best and successful natural science theories. However, in our opinion, they have no value for real applications. Firstly, the vast majority of scientific disciplines are not formalized ones. Secondly, less than one percent of all scientific problems are solved on the basis of theories. Thirdly, even in physics the role of theories is restricted only to theoretic-

cal problems, while the explanation of concrete physical phenomena requires the use of empirical laws and models of physical theories.

The work objective consists in carrying out a methodological analysis of real applications of applied mathematical statistics. The fact is that, in spite of massive application of mathematics in practically all branches of knowledge, modern formal apparatus does not fully conform to the correct application of mathematics. The known conditions of application of mathematics are not stringent, and the correct use of mathematics is rather an art than a science. The problems of correct and effective use of mathematics are topical, because they are important for scientific practice; however, they have not received sufficient attention in the philosophical and methodological literature.

The basic idea of the work consists in the demonstration of effectiveness of methodological analysis in the context of real applications of mathematics. In the article, the requirements to application of a mathematical discipline are formulated on the basis of a suggested notion of a basic property of the mathematical discipline. Since the set of the requirements is not complete, a strategy is proposed directed on widening and refinement of the requirements of using mathematics. The strategy consists in defining properties of mathematical objects facilitating or preventing the usage of mathematical apparatus. As a result of this work, the notion of adequacy of mathematical discipline, in particular, of applied statistics is made more precise. The difficulties of application of applied statistics cause the appearance of new promising directions in statistics. All known potentials of applied mathematical statistics is, in some way, connected with the development of general and applied statistical ideas. However, the advancement of the statistical science in general requires improving the methodology of teaching the statistical disciplines and realizing the organizational modification of statistical bodies.

Keywords: *adequacy of mathematical discipline, theory of probability, mathematical and applied statistics, methodology and philosophy of science.*

В философском словаре понятие «адекватность» определяется следующим образом: «Адекватность (*adequation*). Полное или предположительно полное соответствие между двумя сущностями, в частности соответствие между идеей и ее предметом» [1, с. 26]. В толковых переводческих словарях объем понятия адекватности раскрывается на основе следующих его аспектов: адекватности перевода в лингвистике, адекватного поведения в психологии, адекватной модели в математике [2]. Отметим, что понятие адекватности модели не является в полной мере общим, оно определяется в рамках определенной математической дисциплины, поэтому более общим понятием является понятие адекватной математической дисциплины. Адекватная математическая дисциплина в контексте приложений – это та, которая подходит для исследования, осуществляемого на основе корректного применения математики. Перейдем к анализу актуальности проблемы адекватности математики.

Почему важна проблема корректного применения математики?

Во-первых, в приложениях математика весьма часто применяется некорректно. Так, на примере анализа 250 диссертаций по биологическим и медицинским специальностям было показано, что в большинстве диссертаций не проверялись условия применимости статистических методов для анализа данных. Как правило, не применялись современные методы, которые являются менее зависимыми от точного соответствия данных выбранной статистической модели [3].

Во-вторых, проблема адекватности значима с методологических позиций, так как существующий математический аппарат не вполне подходит для подавляющего множества приложений. Например, в некоторых видах статистического анализа предполагается известным распределение вероятностей, однако исследователь только в исключительных случаях обладает такого рода знанием.

В-третьих, проблема адекватности математики является современной методологической проблемой. Еще не так давно математику применяли в основном представители точного естествознания, являвшиеся профессионалами в применяемой области математики, поэтому не было особой актуальности в исследовании проблемы адекватности математики [4]. Начало актуализации этой проблемы, по нашему мнению, относится к периоду конца 1930–1940 гг. Это время расцвета прикладной математики и осознания ее значимости для решения практических задач. В этот период Л. В. Канторовичем был предложен метод линейного программирования, с успехом применявшийся для решения различных оптимизационных задач; Н. Винером созданы математические основы кибернетики, адекватной для применения в технике, физиологии и др.; К. Шенноном разработана теория информации, используемая для вычисления количества информации, эффективного кодирования и передачи. Дальнейшая актуализация проблемы применимости математики была вызвана появлением недорогих, надежных компьютеров, оснащенных программными средствами, что привело к массовому использованию математических методов в различных областях знания, в том числе и в тех, где не было солидных традиций в использовании формальных методов.

В-четвертых, проблема применимости является междисциплинарной, но, по сути, это ничья земля, например, как отмечал Кайберг, она интересна только бизнесменам и методологам [5].

В-пятых, она важна в философском плане для уточнения места математики в научном исследовании, а в социальном плане – для осмысления, какую математику необходимо преподавать? Действительно, имеет ли смысл обучение нематематиков математическим наукам, не вполне адекватным для приложений? В нашей работе исследованы философские и методологические подходы к проблеме применимости математики в приложениях.

В философских работах применимость математики не подвергается сомнению. Обоснование адекватности математики осуществляется в рамках концепции о неустранимости математики из состава наиболее успешных естественнонаучных теорий. Эта концепция построена на основе методологического холизма Куайна [6]. Согласно Куайну, используемый в научной теории математический аппарат является неотъемлемой составляющей частью теории, поэтому если научная теория получила эмпирическое подтверждение, то и используемый аппарат получает эмпирическую поддержку. Концепция является сугубо философской и никак не связана с реальными проблемами корректного применения математики.

От философских подходов к адекватности перейдем к практически значимым направлениям. Одно из таких направлений связано с математической статистикой. В настоящее время она является наиболее популярной в приложениях математической дисциплиной, поэтому анализ условий ее адекватности является актуальным. Правильнее начать с параметрического раздела математической статистики, так как это первое аналитическое направление, созданное в математической статистике. Некоторые элементы критического анализа оснований параметрической статистики таковы:

1) в этом разделе статистики предполагается, что распределение изучаемой случайной величины известно или может быть определено на основе анализа данных. Однако знание теоретической величины априори не согласуется с эмпиризмом, а ее определение по данным не может быть обоснованным как по философским, так и по статистическим основаниям;

2), в этой области типичная задача имеет качественное решение, если известно распределение. В частности наилучшее оценивание среднего осуществляется не на основе анализа данных, а путем использования такого распределения, в котором средняя величина является параметром. Трудно признать методы оценивания параметров рациональными, так как их оценивание предполагает решение более сложной проблемы по идентификации распределения;

3) основные результаты являются асимптотическими, но при этом теоремы, где эти результаты получены, оказываются не вполне операциональными. Например, теорема не является операциональной, если доказанный результат является асимптотическим, а из нее не следует, каков минимальный и оптимальный объем данных для использования теоремы. Несмотря на значимость асимптотического свойства для создания математических теорий общего характера, А. И. Орлов справедливо критикует его из-за сложностей использования [7, с. 227].

В отличие от сугубо философского подхода к проблеме адекватности, предполагающего использование математики в составе научной теории,

статистика, как правило, не является частью конкретной теории и применяется непосредственно к данным. Для статистического анализа данных пока еще не разработаны условия адекватности математического аппарата. Нами сформулированы некоторые требования к адекватности математической дисциплины, не являющейся частью научной теории:

1) они должны быть рациональными, например, решение простой задачи не предполагает решение сложной проблемы;

2) основания для применения математической дисциплины должны быть согласованы с общепризнанными результатами других наук;

3) формальный результат, в частности теорема, адекватна для применения, если доказанный результат и(или) доказательство, верное для абстрактных математических понятий, может быть применено для анализа конкретных данных.

4) математическая дисциплина адекватна в целом, если ее методы обеспечивают проверку в исследуемых данных свойств, при которых получены основные результаты в этой дисциплине. Если таких свойств немного, то данное требование является важным. Так как его выполнимость обеспечивает применимость подавляющего множества методов этой дисциплины. Такие свойства мы называем базовыми свойствами. Дадим формальное определение базового свойства математической дисциплины. Свойства называются базовыми свойствами определенной математической дисциплины, если выполняются следующие требования: во-первых, с помощью этих свойств получены фундаментальные результаты в этой дисциплине; во-вторых, эти свойства не могут быть определены с помощью свойств объектов, которые не являются базовыми [8; 9].

Предложенный список требований не является полным, поэтому для его пополнения предлагается некоторая стратегия, заключающаяся в том, что совокупность общих требований к адекватности любой математической науки и множество известных требований к применимости для конкретной математической дисциплины уточняются на основе новых результатов, полученных в приложениях этой дисциплины. В связи с развитием математической дисциплины, выявлением новых свойств объектов, способствующих приложениям, а также характеристик объектов теории, нежелательных для ее применения, будет улучшаться понимание адекватности математической дисциплины, а ее определение будет уточняться. Такая работа необходима относительно всех работающих математических наук. Математическая дисциплина с минимальным числом неадекватных свойств объектов будет *prima facie* дисциплиной, адекватной для приложений.

В работе были рассмотрены два подхода к исследованию проблемы применимости математики. Первое направление является сугубо философским, второе – связано с анализом реальных приложений математики.

ки. В рамках второго направления были сформулированы некоторые требования к адекватности математической дисциплины, а также предложена стратегия по уточнению требований к адекватной математической дисциплине. В статье были отмечены недостатки классической статистики, которые привели к созданию альтернативных направлений, таких как непараметрическая статистика, Data Mining и др.

Эти направления статистики связаны с развитием общестатистических идей. Для прогресса статистической науки в целом необходимо также совершенствовать подходы к подготовке специалистов в области статистики. Рассмотрим некоторые требования к эффективной подготовке специалистов по прикладной статистике [10]. Во-первых, необходимо, чтобы преподавание прикладной статистики осуществляли специалисты этой области знания. Так, чистый математик может обеспечить подготовку в теоретической математике, но научить применять математику может профессиональный прикладной математик. Во-вторых, учебники для прикладных математиков не должны основываться на руководствах, которые ориентированы на чистых математиков, так как прикладники это специалисты иного профиля. В-третьих, современная история и методология статистической науки должна быть разработана профессиональными статистиками [10, р. 438–439]. Дело в том, что уже издано множество книг, посвященных истории математической статистики, написанных философами и историками [11], однако они не охватывают современный период развития математики, так как специалисты обычно не владеют современной математикой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Конт-Спонвиль А.** Философский словарь. – М., 2012. – 752 с.
2. **Нелюбин Л. Л.** Толковый переводческий словарь. – М., 2003. – 320 с.
3. **Леонов В. П., Ижевский П. В.** Об использовании прикладной статистики при подготовке диссертационных работ по медицинским и биологическим специальностям. – Бюллетень ВАК. – 1997. – № 5. – С. 56–61.
4. **Эльясберг П. Е.** Вычислительная информация: Сколько ее нужно? Как ее обрабатывать? – М., 1986. – 208 с.
5. **Кайберг Г.** Вероятность и индуктивная логика / пер. с англ. Б. Л. Лихтенфельда. – М., 1978. – 376 с.
6. **Quine W.** Theories and things. – Harvard, 1981. – 318 p.
7. **Орлов А. И.** Эконометрика. – М., 2002. – 576 с.
8. **Резников В. М.** Философский и методологический анализ адекватности объективистских стохастических концепций. – Новосибирск, 2011. – 207 с.
9. **Reznikov V.** Why did Kolmogorov use a dependent requirement to probabilities? – European science review. – 2014. – № 11–12. – P. 83–86.
10. **Hacking I.** The taming of chance. – Cambridge, 1990. – 282 p.
11. **Shafer G.** The unity and diversity of probability. – Statistical Science. – 1990. – Vol. 5, №. 4. – P. 435–462.

REFERENCES

1. **Comte-Sponvil A.** Philosophical dictionary. – Moscow, 2012. – 752 p.
2. **Nelubin L. L.** Explanatory translation dictionary. – Moscow, 2003. – 320 p.
3. **Leonov V. P., Izhevsky P. V.** On the use of applied statistics in preparing the thesis works on medical and biological sciences. – Bulletin of higher attestation commission. – 1997. – No 5. – P. 56–61.
4. **Eliasberg P. E.** Computing information: How much of it is necessary? How to process it? – Moscow, 1986. – 208 p.
5. **Kyburg G.** Probability and inductive logic. – Transl. from Engl. by B. L. Litkhenfeld. – Moscow, 1978. – 376 p.
6. **Quine W.** Theories and things. – Harvard, 1981. – 318 p.
7. **Orlov A. I.** Econometrics. – Moscow, 2002. – 576 p.
8. **Reznikov V. M.** Philosophical и methodological analysis of adequacy of objectivistic and stochastic conceptions. – Novosibirsk, 2011. – 207 p.
9. **Reznikov V.** Why did Kolmogorov use a dependent requirement to probabilities? – European science review. – 2014. – No.11–12. – P. 83–86.
10. **Hacking I.** The taming of chance. – Cambridge, 1990. – 282 p.
11. **Shafer G.** The unity and diversity of probability. – Statistical Science. – 1990. – Vol. 5, no. 4. – P. 435–462.

BIBLIOGRAPHY

- Alimov Ya. I., Kravtsov Ya. A.** Is probability a «normal» physical value? – Successes of physical sciences. – 1992. – Vol. 162, no 7. – P. 149–182.
- Batterman R.** The devil in the details. Asymptotic Reasoning in Explanation, Reduction, and Emergence. – Oxford, 2002.
- Blekhman I. I., Myshkis A. D., Panovko Yu. G.** Applied mathematics: Subject, logic, particularity of approaches. – Kiev, 1976.
- Cartwright N.** How the laws of physics lie. – Stanford, 1983.
- Colyvan M.** The indispensability of mathematics. – Oxford, 2001.
- Cournot A. A.** Foundations of the theory of chances and probabilities. – Transl. from Fr. by N. S. Chetverikov. – Moscow, 1970.
- Efimov V. M.** Discourse analysis in economics: a review of methodology and history of economic science. – Economic sociology. – 2011. – Vol. 2, no. 3. – P. 5–79.
- Hacking I.** Logic of statistical inference. – Cambridge, 1965.
- Hendricks V, Symons J.** Masses of formal philosophy. – London, 2006. – [Electronic resource]. – URL: www.formalphilosophy.com
- Kolmogorov A. N.** Fundamental notions of probability theory. – Moscow, 1974.
- Kovalerchuk B., Vityaev E.** Data mining in finance. – New-York, 2002.
- Maimon O., Rokach L.** Data mining and knowledge discovery handbook. – London, 2010.
- Shafer G, Vovk V.** Probability and finance it is only a game! – New-York, 2001.
- Razumov V. I., Sizikov V. P.** New intellectual technologies of training. – Philosophy of Education. – 2015. – No. 5(62). – P. 11–25.
- Ryabko B.** Applications of Kolmogorov complexity and universal codes to nonparametric estimation of characteristics of time series. – Fundamenta informaticae. – 2008. – No. 83. – P. 1–20.
- Steiner M.** The applicability of mathematics as a philosophical problem. – Harvard, 1998.
- The challenge** of developing statistical literacy, reasoning and thinking. – Ed. by D. Ben-Zvi, J. Carfield. – New-York, 2005.
- Quine W.** Theories and things. – Harvard, 1981.
- Wesley S.** Four decades of scientific explanation. – Minnesota, 1989.

Принята редакцией: 24.12.2015