

КОНТРОЛЛИНГ И РЕВОЛЮЦИЯ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДАХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Александр Орлов

профессор, д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана

Аннотация: За последние десятилетия произошла революция в математических методах исследования. Центром стала статистика нечисловых данных, в которой учитывается размытость реальных данных. Рассмотрены примитивная, устаревшая и современная парадигмы математических методов исследования. Распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными, а потому следует применять непараметрическую статистику. Проанализированы типовые возражения и обсуждается психология приверженцев устаревших методов.

Ключевые слова: контроллинг, математические методы, парадигма, размытость данных, непараметрическая статистика.

CONTROLLING AND THE REVOLUTION IN MATHEMATICAL RESEARCH METHODS

Alexander Orlov

Full professor, DSc(Econ), DSc(Tech), PhD(Math), BMSTU

Abstract: Over the past decades, there has been a revolution in mathematical research methods. The focus has become statistics on non-numeric data, which takes into account the fuzziness of real data. Primitive, outdated and modern paradigms of mathematical research methods are considered. Distributions of real data, as a rule, are not normal, and therefore nonparametric statistics should be used. Typical objections are analyzed and the psychology of adherents of outdated methods is discussed.

Keywords: controlling, mathematical methods, paradigm, data fuzziness, nonparametric statistics.

1. ВВЕДЕНИЕ

К настоящему времени контроллинг является развитой областью научных и практических работ со сложной внутренней структурой. На эту область можно смотреть с разных сторон, соответственно имеется много различных определений понятия "контроллинг". Будем исходить из определения С.Г. Фалько [1], согласно которому контроллинг - это "ориентированная на перспективу и основанная на измерении фактов система информационно-аналитической и методической поддержки менеджмента в процессе планирования, контроля, анализа и принятия управленческих решений, обеспечивающая координацию и интеграцию подразделений и сотрудников по достижению поставленных целей". Кратко говоря, контроллинг как научная дисциплина посвящен современным технологиям управления. Отметим, что многие авторы пишут о проблемах контроллинга, не употребляя самого этого термина. Контроллинг организационно-экономических методов – это разработка процедур управления соответствием поставленным задачам используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов [2]. Современное состояние этого направления в контроллинге отражено в [3].

Специалисты по контроллингу активно используют математические методы исследования. С другой стороны, для их развития необходима методология и методы контроллинга [4]. Обсудим современные проблемы в этой области.

2. ДВЕ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ НА МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Такие методы - интеллектуальные инструменты для применения в различных областях. На них можно взглянуть с двух точек зрения - прикладников, применяющих такие методы, и теоретиков, их разрабатывающих.

Прикладники обычно считают, что совокупность нужных им математических методов давно разработана, всё необходимое для практического применения изложено в учебниках и справочниках, для проведения расчетов достаточно распространенных программных продуктов, а теоретики занимаются отдельными мелкими улучшениями и вникать в их работы прикладникам нет необходимости, следовательно, нецелесообразно, поскольку времени всегда не хватает.

Теоретики знают, что за последние десятилетия в области математических методов исследования произошла принципиально важная научная революция, в ходе которой создана новая методология, разработаны резко отличающиеся от прежних модели и методы. Усилиями этой категории исследователей научная революция осуществлена и развивается. Весьма важно добиться широкого использования новых методов.

В настоящее время между воззрениями прикладников и теоретиков в области математических методов исследований наблюдаем значительное различие. Для его уменьшения необходимо разъяснить научному сообществу существо обсуждаемой научной революции.

3. ДВА ОСНОВНЫХ НОВШЕСТВА

В хорошо знакомых прикладникам учебниках и справочниках, соответствующих научному уровню середины XX в., в качестве статистических данных рассматриваются числовые величины, т.е. действительные числа, конечномерные вектора (т.е. конечные последовательности чисел), функции с числовыми значениями (временные ряды, случайные процессы). Термин "числовые" означает, что элементы выборки можно складывать и умножать на число, т.е. эти элементы лежат в некотором линейном (векторном) пространстве.

В результате научной революции конца XX - начала XXI вв. произошел отказ от предположения линейности. В качестве выборочных данных стали рассматривать элементы пространств произвольной природы, в том числе нелинейных. Центром математических методов исследования стала статистика нечисловых данных. Внутри неё надо выделить статистику в пространствах произвольной природы, которая включает научные результаты в наиболее общих формулировках, и области, посвященные анализу нечисловых данных конкретных видов. При таком анализе используются как результаты статистики в пространствах произвольной природы, так и специфические методы, предназначенные для конкретных видов нечисловых данных.

Вторая принципиально важная черта научной революции - обобщение классических типов чисел путем явного учета размытости (нечеткости, расплывчатости) реальных статистических данных. Для всех видов измерений их результаты имеют погрешности, однако классические статистические методы их не учитывают. Для преодоления этого недостатка разработана статистика интервальных данных, в которых элементы выборки - не числа, а интервалы. Учет погрешностей измерений может быть проведен и путем перехода к анализу нечетких данных, например, треугольных нечетких чисел, как это продемонстрировано в [5] на примере аддитивно-мультипликативной модели оценки рисков.

4. РАЗВИТИЕ РЕВОЛЮЦИОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Начало научной революции в области математических методов исследования относится в 1980-м гг. В ходе создания Всесоюзной статистической ассоциации профессиональным сообществом был осуществлен тщательный анализ состояния и перспектив развития рассматриваемой научной области. Эта работа проводилась в рамках отечественной научной школы в области теории вероятностей и математической статистики, созданной акад. А.Н. Колмогоровым.

Основные идеи научной революции сформулированы в новой парадигме математических методов исследования [6]. Их реализации посвящен новый раздел теоретической и прикладной математики - системная нечеткая интервальная математика [7, 8].

В соответствии с новой парадигмой выпущено довольно много книг и статей. Однако наблюдается значительное отставание научного уровня основной массы работ по статистическому анализу конкретных данных от достигнутого на переднем крае фронта современных научных исследований. Причины и последствия такого отставания целесообразно обсудить.

5. ТРИ ПАРАДИГМЫ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В настоящее время активно используются три парадигмы математических методов исследования - примитивная, устаревшая и современная (новая). Примитивная основана на рецептах XIX в. Таблицы Росстата выполнены в ее рамках. Необходимо признать, что во многих случаях непосредственный табличный анализ статистических данных позволяет получить нужные исследователю научные и практические выводы.

В начале XX в. в ответ на запросы практики возникла классическая математическая статистика. Её основоположник К. Пирсон предложил для описания реальных данных использовать функции распределения из четырехпараметрического семейства (в настоящее время обычно используют подсемейства с меньшим числом параметров - нормальные, экспоненциальные, Вейбулла-Гнеденко и др.). Это предложение имело как положительные, так и отрицательные последствия.

Использование параметрических семейств распределений вероятностей позволило к середине XX в. разработать развитую математическую теорию, предназначенную для оценивания параметров и проверки гипотез. Её обычно называют параметрической статистикой (в соответствии с базовым предположением, лежащим в ее основе). Эту теорию излагают в вузовских курсах по теории вероятностей и математической статистике, и ее основы обычно знакомы исследователям в прикладных областях. Отметим, что развитие отдельных аспектов этой теории продолжается. Так, сравнительно недавно было установлено, что вместо оценок максимального правдоподобия для оценивания параметров целесообразно использовать одношаговые оценки, а также получены новые результаты в области оценивания параметров гамма-распределений и бета-распределений.

Однако давно установлено, что базовое предположение параметрической статистики обычно не выполняется. В качестве примера обсудим часто принимаемое без достаточных оснований предположение, что рассматриваемые статистические данные получены в соответствии с нормальным законом распределения. По крайней мере с середины XX в. известно, что распределения реальных данных, как правило, не являются нормальными [10].

Следовательно, научные результаты параметрической статистики являются чисто математическими (относятся к математике как науке о формальных системах), они не позволяют получать обоснованные выводы для реальных явлений и процессов. В соответствии с новой парадигмой следует использовать методы непараметрической статистики, которые к настоящему времени позволяют решать тот же круг задач, что и методы параметрической статистики.

Переход от устаревшей парадигмы к современной требует усилий от исследователей, занимающимися конкретными прикладными задачами. Необходимо изучить непараметрические модели и методы, соответствующее им теоретическое обоснование, перейти на новое программное обеспечение или разработать его. Приходится менять алгоритмы расчетов, нормативно-техническую документацию, а преподавателям - содержание читаемых курсов и соответствующую учебно-методическую литературу. Естественно, возникает сопротивление, как всегда при переходе от старого к новому.

6. ТИПОВЫЕ ВОЗРАЖЕНИЯ ПРИВЕРЖЕНЦЕВ УСТАРЕВШЕЙ ПАРАДИГМЫ

Обсудим их. Вместо перехода к непараметрической статистике предлагают проверить нормальность распределения элементов выборки с помощью того или иного статистического критерия - показателей асимметрии и эксцесса, Шапиро-Уилка, типа Колмогорова, типа омега-квадрат и др. Если гипотеза нормальности не отклоняется, то считают возможным использовать методы, основанные на нормальности.

Почему это рассуждение не является корректным? Дело в том, что для тех же данных можно проверить их соответствие другим распределениям. И для типовых объемов выборки (десятки или сотни наблюдений) ответ будет положительным. Другими словами, столь же обоснованно принять не только нормальность, но и многие другие распределения. Известно [9], что для достоверного (на уровне значимости 0,05) обнаружения различия между нормальным и логистическим распределениями необходима выборка объемом не менее 2500.

Отклонения от нормальности могут сильно влиять на свойства статистических процедур, разработанных в предположении нормальности. В результате полученные на их основе выводы могут не иметь ничего общего с действительностью. Примером являются процедуры отбраковки выбросов. При отклонении от нормальности их свойства крайне сильно меняются [9].

В пользу параметрической статистики приводят, например, такое рассуждение: "в задачах менеджмента безопасности требуется подтверждение сверхмалых рисков порядка одной миллионной (вероятность 0,999999). Для подтверждения этой вероятности непараметрическим методом требуется более двух миллионов статистических испытаний, что много даже для современных компьютеров. Применение параметрического подхода позволяет снизить этот объем на порядок". Это рассуждение принципиально неверно. Выводы на основе необоснованной вероятностно-статистической модели сами являются необоснованными [4]. В известной притче сказано: "Человек потерял ключи в кустах. Где их искать? Под фонарем. Почему под фонарем? Потому что там светлее". Параметрическую статистику можно сравнить с поиском потерянных в кустах ключей под фонарем.

7. О ПСИХОЛОГИИ ПРИВЕРЖЕНЦЕВ УСТАРЕВШИХ МЕТОДОВ

Не всегда исследователи осознают и признают сам факт научной революции. У некоторых возникает желание объявить порождающие ее новые результаты малозначительными, находящимися на периферии науки, а потому не требующими осмысления, не заслуживающими внимания, изучения и применения. Одна из причин этого - включение психологической защиты против нового, требующего решительного пересмотра привычных старых подходов. Важно также углубление в отдельные узкие проблемы, связанные с частными постановками, отсутствие широкого кругозора, а также желания и возможности проанализировать динамику развития математических методов исследования. Такому анализу мешает и громадный объем накопленных к настоящему времени научных публикаций в рассматриваемой области. По нашей оценке, к математическим методам исследования относятся миллионы статей и книг. Именно понимание рассматриваемых причин обсуждаемого разрыва между

прикладниками и теоретиками послужило побудительным стимулом к написанию данной статьи.

ВЫВОДЫ

Подводя итоги, хочется призвать специалистов по контроллингу к осознанию произошедшей революции в математических методах исследований, к овладению ее результатами. В частности, ссылки на незнание, например, непараметрической статистики не могут оправдать применение устаревших неадекватных методов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фалько С.Г. Предмет контроллинга как самостоятельной научной дисциплины // Контроллинг. 2005. № 13. – С. 2-6.
2. Орлов А.И. Контроллинг организационно-экономических методов // Контроллинг. 2008. №4 (28). С. 12-18.
3. Орлов А.И. О развитии контроллинга организационно-экономических методов // Контроллинг в экономике, организации производства и управлении: сборник научных трудов XII международного конгресса по контроллингу. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2023. – С. 171-178.
4. Орлов А.И. Контроллинг статистических методов // Контроллинг. 2022. № 4(86). С. 2-11.
5. Орлов А.И. Нечеткие и интервальные аддитивно-мультипликативные модели оценки рисков // Научный журнал КубГАУ. 2022. №03(177). С. 333–356.
6. Орлов А.И. О новой парадигме математических методов исследования // Научный журнал КубГАУ. 2016. №122. - С. 807–832.
7. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
8. Орлов А.И., Луценко Е.В. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике.. – Краснодар: КубГАУ, 2022. – 405 с.
9. Орлов А. И. Прикладной статистический анализ. — М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 812 с.

CONTACTS

Александр Иванович Орлов, профессор, д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н.,
заведующий научно-исследовательской лабораторией "Экономико-математические
методы в контроллинге",
профессор кафедры «Экономика и организация производства»,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва
prof-orlov@mail.ru