

Колонка редколлегии

НОВАЯ ПАРАДИГМА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

Математические методы исследования используются для решения практических задач с давних времен. В Ветхом Завете рассказано о весьма квалифицированно проведенной переписи военнообязанных (Четвертая книга Моисеева «Числа»). В первой половине XX в. была разработана классическая парадигма методов обработки данных, полученных в результате измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов). Математические методы исследования, соответствующие классической парадигме, широко используются. Со стороны может показаться, что в этой области основное давно создано, современные работы направлены на мелкие усовершенствования. Однако это совсем не так. Новая парадигма математических методов исследования принципиально меняет прежние представления. Она зародилась в 1980-х гг., но была развита в серии наших монографий и учебников уже в XXI в.

Типовые исходные данные в новой парадигме — объекты нечисловой природы (элементы нелинейных пространств, которые нельзя складывать и умножать на число, например, множества, бинарные отношения), а в старой — числа, конечномерные векторы, функции. Ранее (в классической старой парадигме) для расчетов использовали разнообразные суммы, однако объекты нечисловой природы нельзя складывать, поэтому в новой парадигме применяют другой математический аппарат, основанный на расстояниях между объектами нечисловой природы и решении задач оптимизации.

Изменились постановки задач анализа данных. Старая парадигма исходит из идей начала XX в., когда К. Пирсон предложил четырехпараметрическое семейство распределений для описания распределений реальных данных. В это семейство как частные случаи входят, например, подсемейства нормальных, экспоненциальных, Вейбулла – Гнеденко, гамма-распределений. Сразу было ясно, что распределения реальных данных, как правило, не входят в семейство распределений Пирсона (об этом говорил, например, академик С. Н. Бернштейн в 1927 г. в докладе на Всероссийском съезде математиков). Однако математическая теория параметрических семейств распределений (методы оценивания параметров и проверки гипотез) оказалась достаточно интересной, и именно на ней до сих пор основано преподавание во многих вузах. Итак, в старой парадигме основной подход к описанию данных — распределения из параметрических семейств, а оцениваемые величины — их параметры, в новой парадигме рассматривают произвольные распределения, а оценивают характеристики и плотности распределений, зависимости, правила диагностики и др. Центральная часть теории — уже не статистика числовых случайных величин, а статистика в пространствах произвольной природы.

В старой парадигме источники постановок новых задач — традиции, сформировавшиеся к середине XX в., а в новой — современные потребности математического моделирования и анализа данных (XXI в.), т.е. запросы практики. Конкретизируем это общее различие. В старой парадигме типовые результаты — предельные теоремы, в новой — рекомендации для конкретных значений параметров, в частности, объемов выборок. Изменилась роль информационных технологий, которые ранее использовались в основном для расчета таблиц (в частности, информатика находилась вне математической статистики), теперь же они — инструменты получения выводов (имитационное моделирование, датчики псевдослучайных чисел, методы размножения выборок, в том числе бутстреп, и др.). Вид постановок задач приблизился к потребностям практики — при анализе данных от отдельных задач оценивания и проверки гипотез перешли к статистическим технологиям (технологическим процессам анализа данных). Выявилась важность проблемы «стыковки алгоритмов» — влияния выполнения предыдущих алгоритмов в технологической цепочке на условия применимости последующих алгоритмов. В старой парадигме эта проблема не рассматривалась, для новой — весьма важна.

Если в старой парадигме вопросы методологии моделирования практически не обсуждались, достаточными признавались схемы начала XX в., то в новой парадигме роль методологии (учения об организации деятельности) [20] является основополагающей. Резко повысилась роль моделирования — от отдельных систем аксиом произошел переход к системам моделей. Сама возможность применения вероятностного подхода теперь не «наличие повторяющегося комплекса условий» (реликт физического определения вероятности, использовавшегося до аксиоматизации теории вероятностей А. Н. Колмогоровым в 1930-х гг.), а наличие обоснованной вероятностно-статистической модели. Если раньше данные считались полностью известными, то для новой парадигмы характерен учет свойств данных, в частности, интервальных и нечетких. Изменилось отношение к вопросам устойчивости выводов: в старой парадигме практически отсутствовал интерес к этой тематике, в новой разработана развитая теория устойчивости (робастности) выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок моделей.

Новая парадигма — основа работы раздела «Математические методы исследования» нашего журнала.

© Проф. докт. техн. наук,
докт. экон. наук, канд. физ.-мат. наук
А. И. Орлов