

## **РОЛЬ МЕТОДОЛОГИИ И СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОУСТОЙЧИВОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

Д. И. Долгов (Мордовский государственный  
университет имени Н. П. Огарева)

Методология - от «метод» и греческого «слово», «понятие», «учение» - система принципов и способов организации и построения теоретической и практической деятельности, а также учение об этой системе.

Первоначально методология была неявно представлена в практических формах взаимоотношений людей с объективным миром. В дальнейшем она вычленяется в специальный предмет рационального познания и фиксируется как система социально апробированных правил и нормативов познания и действия, которые соотносятся со свойствами и законами действительности. Задача накопления и передачи социального опыта потребовала специальной формализации содержащихся в самой деятельности принципов и предписаний, приемов и операций.

Зачатки методологических знаний обнаруживаются уже у на ранних ступенях развития культуры. Так в Древнем Египте геометрия выступала в форме нормативных предписаний, которые определяли последовательность измерительных процедур при разделе земельных площадей. Важную роль при этом сыграла такая форма социальной деятельности, как обучение трудовым операциям, их последовательности, выбору наиболее эффективного способа действия.

С развитием производства, техники, искусства, элементов науки и культуры в целом методология становится предметом специфической теоретической рефлексии, формой которой выступает, прежде всего, философское осмысление принципов организации и регуляции познавательной деятельности, выделения в ней условий, структуры и содержания знания, а также путей, ведущих к истине. Так, например, в учении Гераклита «многознание» противопоставляется уму как способу познания диалектики мироздания - всеобщего логоса, отличного от многообразия получаемых ненадежным путем «мнений», преданий и др. Правила рассуждения, эффективного доказательства, роль языка как средства познания стали предметом специального исследования в философии софистов.

Особое место в разработке проблем методологии принадлежит Сократу, Платону и Аристотелю. Сократ выдвинул на первый план диалектическую природу мышления как совместного добывания истины в процессе сопоставления различных представлений, понятий, их сравнения, расчленения, определения и т. д. Учение о переходе от смутных представлений к расчлененным и отчетливым общим понятиям рассматривалось им как метод совершенствования искусства жить. Т.е.,

логические операции подчинялись у Сократа этическим целям: предметом истинного знания должно быть только то, что доступно целесообразной деятельности, цель же определяется посредством соответствующим образом организационной работы мысли. Платон усматривал смысл своей диалектики понятий и категорий в поиске принципа каждой вещи; для достижения этого мысль должна двигаться соответственно объективной логике познаваемого предмета.

Аристотель подверг анализу принципы построения суждения, правила умозаключения и доказательства, вопросы определения терминов, роль индукции и дедукции в достижении истины. Ему принадлежит важная для методологии разработка учения о категориях как организующих формах познания, их диалектике (соотношение потенциального и актуального, формы и материи и др.). Аристотель рассматривал созданную им логическую систему как «органон» - универсальное орудие истинного познания.

До нового времени проблемы методологии не занимали особого места в системе знания и включались в контекст натурфилософских и логических построений. Развитие производительных сил вызвало бурный расцвет естествознания, что потребовало коренных изменений в методологии. Эту потребность отразило направленное против схоластики учение Ф.Бэкона об индуктивном эмпирическом подходе к явлениям природы. В качестве образца научной методологии признавались принципы механики, ставшие руководящими для Галилея и Декарта. По Галилею, научное познание должно базироваться на планомерном и точном эксперименте - как мысленном, так и реальном. Для реального эксперимента характерно непосредственное изменение условий возникновения явлений и установление между ними закономерных причинных связей, обобщаемых посредством математического аппарата.

У Декарта проблема методологии выступает в связи с обсуждением вопроса о том, на каких основаниях и с помощью каких методов достижимо новое знание. Декарт разработал правила рационалистического метода, среди которых первым является требование допускать в качестве истины только такие положения, которые осознаются ясно и отчетливо. За исходные принимаются аксиомы как самоочевидные истины, усматриваемые разумом интуитивно, без всякого доказательства; из непосредственно узреваемых положений выводится путем дедуктивного доказательства новое знание.

Другая линия в методологии нового времени была представлена английским эмпиризмом. Так, например, Локк стремился разработать такие способы мышления, которые способствовали бы построению строго эмпирической науки, основанной на чувственном опыте.

Ограниченность как рационалистического, так и эмпирического направлений в методологии была выявлена немецкой классической философией, которая подвергла критическому анализу условия познания, его формы и организующие принципы. В противовес механистической

методологии, механистически трактовавшей пути и способы познания, была развита диалектическая методология, выступившая в классической немецкой философии в идеалистической форме (Кант, Фихте, Шеллинг, Гегель).

Кант критически проанализировал структуру и типы познавательных способностей человека, разграничил конститутивные и регулятивные принципы познания, соотношение между его формой и содержанием. У Канта критическое отношение к наличному знанию служит методологическим основанием для преодоления догматических и метафизических воззрений на мир. Учение Канта утверждало принцип достоверности знания, который, однако, не был последовательно реализован из-за кантовского априоризма.

Элементы диалектики, содержащиеся в кантовском анализе процесса познания, получили развитие в диалектической философии Гегеля. Его диалектика имела характер всеобщего метода познания и духовной деятельности. Разработанные Гегелем категории и законы диалектики образовали тот мыслительный аппарат, который позволил под принципиально новым углом зрения исследовать взаимосвязи, противоречия и развитие бытия и мышления. Важнейшую роль в методологии Гегеля играет принцип восхождения от абстрактного к конкретному - от общих и бедных содержанием форм к расчлененным и наиболее богатым содержанием, к системе понятий, позволяющей постичь предмет в его существенных характеристиках.

Рациональные принципы методологии предшествующих эпох были обобщены и переработаны на последовательно материалистической основе в марксистской философии, обогащенной новыми достижениями науки и специальной практики. Диалектико-материалистическая методология позволяет адекватно понять характер отношений между теорией и методом, а также роль практики в познании. Если теория представляет собой результат процесса познания, то методология является способом достижения и построения этого знания. Так, например, методологический принцип детерминистского объяснения мира является организующим началом соответствующих физических, биологических, социальных теорий. В свою очередь, будучи проверены общественной практикой, эти теории могут выполнять методологическую функцию, т.е. служить направляющим началом в исследовательской деятельности.

Основой различных методов является единая диалектико-материалистическая методология, которая соотносится со сложной иерархией конкретных способов и приемов деятельности на различных уровнях организации материального и духовного производства. Философский уровень методологии реально функционирует не в виде жесткой и однозначной системы норм, «рецептов» и формальных приемов, а в качестве общей системы принципов и регуляторов человеческой деятельности. Такой общей системой является диалектический и

исторический материализм. Эвристическая роль диалектического материализма обеспечивается тем, что он ориентирует исследования на раскрытие объективной диалектики, выражая ее в законах и категориях. Мироззрение выступает как предпосылка и основание методологии, поскольку материалистической диалектике присуще единство мировоззренческих и методологических функций. Вся система методологического знания непременно включает в себя мировоззренческую интерпретацию оснований исследования и его результатов.

В XX веке произошел быстрый рост методологических исследований, что обусловлено революционными изменениями в социальной практике, науке, технике и др. сферах жизни. Особое влияние на развитие методологии оказывают процессы дифференциации и интеграции научного знания, коренные преобразования классических и появление множества новых дисциплин, превращение науки в непосредственную производительную силу общества. Перед обществом возникают глобальные проблемы экологии, демографии, урбанизации, освоения космоса и др., для решения которых требуются крупномасштабные программы, реализуемые благодаря взаимодействию многих наук. Возникает необходимость не только связать воедино усилия специалистов разного профиля, но и объединить различные представления и решения в условиях принципиальной неполноты и неопределенности информации о комплексном объекте (системе). Эти задачи обусловили разработку таких методов и средств, которые могли бы обеспечить эффективное взаимодействие и синтез методов различных наук (системный подход, теоретическая кибернетика, концепция ноосферы В.И.Вернадского и др.).

Если раньше понятие методологии охватывало преимущественно совокупность представлений о философских основах познавательной деятельности, то теперь ему соответствует внутренне дифференцированная и специализированная область знания. От теории познания, исследующей процесс познавательной деятельности в целом и прежде всего - его содержательного основания, методологию отличает акцент на методах, путях достижения истинного и практически эффективного знания. От социологии науки и науковедения методология отлична своей направленностью на внутренние механизмы, логику движения и организации знания.

Существует несколько классификаций методологического знания. Одним из распространенных является деление методологии на содержательную и формальную. Первая включает в себя следующие проблемы: структура научного знания вообще и научной теории в особенности; законы порождения, функционирования и изменения научных теорий; понятийный каркас науки и ее отдельных дисциплин; характеристика схем объяснения, принятых в науке; структура и операциональный состав методов науки; условия и критерии научности. Формальные аспекты методологии связаны с анализом языка науки, формальной структуры

научного объяснения, описанием и анализом формальных и формализованных методов исследования, в частности методов построения научных теорий и условий их логической истинности, типологии систем знания и т.д. В связи с разработкой этого круга проблем возник вопрос о логической структуре научного знания, и началось развитие методологии науки как самостоятельной области знания, охватывающей всё многообразие методологических и методических принципов и приемов, операций и форм построения научного знания. Ее высшим и определяющим уровнем является философская методология, направляющие принципы которой организует методологическую работу на конкретно-научном уровне.

Некоторым конкретно-научным направлениям (структурализм, ряд интерпретаций системного подхода и др.) присуща неоправданная тенденция к универсализации, стремление обрести статус философских концепций. Истоки такой универсализации - неправомерное отождествление философского и конкретно-научных уровней методологии. Конструктивная роль материалистической диалектики как методологии состоит в том, что она показывает несостоятельность подобных устремлений, позволяет определить реальные возможности и границы каждой формы конкретно-научной методологии.

Не возможно определить уровень конкурентоспособности и конкурентоустойчивости промышленного предприятия и разработать механизм его управления без применения статистических методов обработки экспериментальных данных производства продукции, статистическое описание которых приведено ниже.

Методами статистической обработки результатов эксперимента называются математические приемы, формулы, способы количественных расчетов, с помощью которых показатели, получаемые в ходе эксперимента, можно обобщать, приводить в систему, выявляя скрытые в них закономерности. Речь идет о таких закономерностях статистического характера, которые существуют между изучаемыми в эксперименте переменными величинами.

Некоторые из методов математико-статистического анализа позволяют вычислять так называемые элементарные математические статистики, характеризующие выборочное распределение данных, например выборочное среднее, выборочная дисперсия, мода, медиана и ряд других. Иные методы математической статистики, например дисперсионный анализ, регрессионный анализ, позволяют судить о динамике изменения отдельных статистик выборки. С помощью третьей группы методов, скажем, корреляционного анализа, факторного анализа, методов сравнения выборочных данных, можно достоверно судить о статистических связях, существующих между переменными величинами, которые исследуют в данном эксперименте.

Все методы математико-статистического анализа условно делятся на первичные и вторичные. Первичными называют методы, с помощью которых можно получить показатели, непосредственно отражающие результаты производимых в эксперименте измерений. Соответственно под первичными статистическими показателями имеются в виду те, которые применяются в самих психодиагностических методиках и являются итогом начальной статистической обработки результатов психодиагностики. Вторичными называются методы статистической обработки, с помощью которых на базе первичных данных выявляют скрытые в них статистические закономерности.

К первичным методам статистической обработки относят, например, определение выборочной средней величины, выборочной дисперсии, выборочной моды и выборочной медианы. В число вторичных методов обычно включают корреляционный анализ, регрессионный анализ, методы сравнения первичных статистик у двух или нескольких выборок.

Рассмотрим методы вычисления элементарных математических статистик.

Числовой характеристикой выборки, как правило, не требующей вычислений, является так называемая мода. Модой называют количественное значение исследуемого признака, наиболее часто встречающееся в выборке. Для симметричных распределений признаков, в том числе для нормального распределения, значение моды совпадает со значениями среднего и медианы. Для других типов распределений, несимметричных, это не характерно. К примеру, в последовательности значений признаков 1, 2, 5, 2, 4, 2, 6, 7, 2 модой является значение 2, так как оно встречается чаще других значений - четыре раза.

Моду находят согласно следующим правилам:

1) В том случае, когда все значения в выборке встречаются одинаково часто, принято считать, что этот выборочный ряд не имеет моды. Например: 5, 5, 6, 6, 7, 7 - в этой выборке моды нет.

2) Когда два соседних (смежных) значения имеют одинаковую частоту и их частота больше частот любых других значений, мода вычисляется как среднее арифметическое этих двух значений. Например, в выборке 1, 2, 2, 2, 5, 5, 5, 6 частоты рядом расположенных значений 2 и 5 совпадают и равняются 3. Эта частота больше, чем частота других значений 1 и 6 (у которых она равна 1). Следовательно, модой этого ряда будет величина  $=3,5$

3) Если два несмежных (не соседних) значения в выборке имеют равные частоты, которые больше частот любого другого значения, то выделяют две моды. Например, в ряду 10, 11, 11, 11, 12, 13, 14, 14, 14, 17 модами являются значения 11 и 14. В таком случае говорят, что выборка является бимодальной.

Могут существовать и так называемые мультимодальные распределения, имеющие более двух вершин (мод).

4) Если мода оценивается по множеству сгруппированных данных, то для нахождения моды необходимо определить группу с наибольшей частотой признака. Эта группа называется модальной группой.

Медианой называется значение изучаемого признака, которое делит выборку, упорядоченную по величине данного признака, пополам. Справа и слева от медианы в упорядоченном ряду остается по одинаковому количеству признаков. Например, для выборки 2, 3, 4, 4, 5, 6, 8, 7, 9 медианой будет значение 5, так как слева и справа от него остается по четыре показателя. Если ряд включает в себя четное число признаков, то медианой будет среднее, взятое как полусумма величин двух центральных значений ряда. Для следующего ряда 0, 1, 1, 2, 3, 4, 5, 5, 6, 7 медиана будет равна 3,5.

Знание медианы полезно для того, чтобы установить, является ли распределение частных значений изученного признака симметричным и приближающимся к так называемому нормальному распределению. Средняя и медиана для нормального распределения обычно совпадают или очень мало отличаются друг от друга. Если выборочное распределение признаков нормально, то к нему можно применять методы вторичных статистических расчетов, основанные на нормальном распределении данных. В противном случае этого делать нельзя, так как в расчеты могут вкратиться серьезные ошибки.

Выборочное среднее (среднее арифметическое) значение как статистический показатель представляет собой среднюю оценку изучаемого в эксперименте психологического качества. Эта оценка характеризует степень его развития в целом у той группы испытуемых, которая была подвергнута психодиагностическому обследованию. Сравнивая непосредственно средние значения двух или нескольких выборок, мы можем судить об относительной степени развития у людей, составляющих эти выборки, оцениваемого качества.

Разброс (иногда эту величину называют размахом) выборки обозначается буквой  $R$ . Это самый простой показатель, который можно получить для выборки - разность между максимальной и минимальной величинами данного конкретного вариационного ряда, т.е.

$$R = X_{\max} - X_{\min}, \quad (1)$$

Понятно, что чем сильнее варьирует измеряемый признак, тем больше величина  $R$ , и наоборот. Однако может случиться так, что у двух выборочных рядов и средние, и размах совпадают, однако характер варьирования этих рядов будет различный. Например, даны две выборки:

$$\begin{aligned} X &= 10 \ 15 \ 20 \ 25 \ 30 \ 35 \ 40 \ 45 \ 50 & X &= 30 & R &= 40; \\ Y &= 10 \ 28 \ 28 \ 30 \ 30 \ 30 \ 32 \ 32 \ 50 & Y &= 30 & R &= 40. \end{aligned}$$

При равенстве средних и разбросов для этих двух выборочных рядов характер их варьирования различен. Для того чтобы более четко представлять характер варьирования выборок, следует обратиться к их распределениям.

Дисперсия - это среднее арифметическое квадратов отклонений значений переменной от её среднего значения.

Дисперсия как статистическая величина характеризует, насколько частные значения отклоняются от средней величины в данной выборке. Чем больше дисперсия, тем больше отклонения или разброс данных.

Из суммы квадратов, делённых на число членв ряда извлекается квадратный корень.

Иногда исходных частных первичных данных, которые подлежат статистической обработке, бывает довольно много, и они требуют проведения огромного количества элементарных арифметических операций. Для того чтобы сократить их число и вместе с тем сохранить нужную точность расчетов, иногда прибегают к замене исходной выборки частных эмпирических данных на интервалы. Интервалом называется группа упорядоченных по величине значений признака, заменяемая в процессе расчетов средним значением.

С помощью вторичных методов статистической обработки экспериментальных данных непосредственно проверяются, доказываются или опровергаются гипотезы, связанные с экспериментом. Эти методы, как правило, сложнее, чем методы первичной статистической обработки, и требуют от исследователя хорошей подготовки в области элементарной математики и статистики.

Обсуждаемую группу методов можно разделить на несколько подгрупп:

1. Регрессионное исчисление.
2. Методы сравнения между собой двух или нескольких элементарных статистик (средних, дисперсий и т.п.), относящихся к разным выборкам.
3. Методы установления статистических взаимосвязей между переменными, например их корреляции друг с другом.
4. Методы выявления внутренней статистической структуры эмпирических данных (например, факторный анализ). Рассмотрим каждую из выделенных подгрупп методов вторичной статистической обработки на примерах.

Регрессионное исчисление - это метод математической статистики, позволяющий свести частные, разрозненные данные к некоторому линейному графику, приблизительно отражающему их внутреннюю взаимосвязь, и получить возможность по значению одной из переменных приблизительно оценивать вероятное значение другой переменной.



Графическое выражение регрессионного уравнения называют линией регрессии. Линия регрессии выражает наилучшие предсказания зависимой переменной (Y) по независимым переменным (X).

Регрессию выражают с помощью двух уравнений регрессии, которые в самом прямом случае выглядят, как уравнения прямой.

$$Y = a_0 + a_1 * X, \quad (2)$$

$$X = b_0 + b_1 * Y, \quad (3)$$

В уравнении (6) Y - зависимая переменная, X - независимая переменная,  $a_0$  - свободный член,  $a_1$  - коэффициент регрессии, или угловой коэффициент, определяющий наклон линии регрессии по отношению к осям координат.

В уравнении (7) X - зависимая переменная, Y - независимая переменная,  $b_0$  - свободный член,  $b_1$  - коэффициент регрессии, или угловой коэффициент, определяющий наклон линии регрессии по отношению к осям координат.

Количественное представление связи (зависимости) между X и Y (между Y и X) называется регрессионным анализом. Главная задача регрессионного анализа заключается в нахождении коэффициентов  $a_0$ ,  $b_0$ ,  $a_1$  и  $b_1$  и определении уровня значимости полученных аналитических выражений, связывающих между собой переменные X и Y.

При этом коэффициенты регрессии  $a_1$  и  $b_1$  показывают, насколько в среднем величина одной переменной изменяется при изменении на единицу меры другой.

Следующий метод вторичной статистической обработки, посредством которого выясняется связь или прямая зависимость между двумя рядами экспериментальных данных, носит название метод корреляций. Он показывает, каким образом одно явление влияет на другое или связано с ним в своей динамике. Подобного рода зависимости существуют, к примеру, между величинами, находящимися в причинно-следственных связях друг с другом. Если выясняется, что два явления статистически достоверно коррелируют друг с другом и если при этом есть уверенность в том, что одно из них может выступать в качестве причины другого явления, то отсюда определенно следует вывод о наличии между ними причинно-следственной зависимости.

Когда повышение уровня одной переменной сопровождается повышением уровня другой, то речь идёт о положительной корреляции. Если же рост одной переменной происходит при снижении уровня другой, то говорят об отрицательной корреляции. При отсутствии связи переменных мы имеем дело с нулевой корреляцией.

Имеется несколько разновидностей данного метода: линейный, ранговый, парный и множественный. Линейный корреляционный анализ позволяет устанавливать прямые связи между переменными величинами по их абсолютным значениям. Эти связи графически выражаются прямой линией, отсюда название «линейный». Ранговая корреляция определяет зависимость не между абсолютными значениями переменных, а между порядковыми местами, или рангами, занимаемыми ими в упорядоченном по величине ряду. Парный корреляционный анализ включает изучение корреляционных зависимостей только между парами переменных, а множественный, или многомерный, - между многими переменными одновременно. Распространенной в прикладной статистике формой многомерного корреляционного анализа является факторный анализ.

Факторный анализ - статистический метод, который используется при обработке больших массивов экспериментальных данных. Задачами факторного анализа являются: сокращение числа переменных (редукция данных) и определение структуры взаимосвязей между переменными, т.е. классификация переменных, поэтому факторный анализ используется как метод сокращения данных или как метод структурной классификации.

Важное отличие факторного анализа от всех описанных выше методов заключается в том, что его нельзя применять для обработки первичных, или, как говорят, «сырых», экспериментальных данных, т.е. полученных непосредственно при обследовании испытуемых. Материалом для факторного анализа служат корреляционные связи, а точнее - коэффициенты корреляции Пирсона, которые вычисляются между переменными (т.е. психологическими признаками), включенными в обследование. Иными словами, факторному анализу подвергают корреляционные матрицы, или, как их иначе называют, матрицы интеркорреляций. Наименования столбцов и строк в этих матрицах одинаковы, так как они представляют собой перечень переменных, включенных в анализ. По этой причине матрицы интеркорреляций всегда квадратные, т.е. число строк в них равно числу столбцов, и симметричные, т.е. на симметричных местах относительно главной диагонали стоят одни и те же коэффициенты корреляции.

Главное понятие факторного анализа - фактор. Это искусственный статистический показатель, возникающий в результате специальных преобразований таблицы коэффициентов корреляции между изучаемыми психологическими признаками, или матрицы интеркорреляций. Процедура извлечения факторов из матрицы интеркорреляций называется факторизацией матрицы. В результате факторизации из корреляционной матрицы может быть извлечено разное количество факторов вплоть до числа, равного количеству исходных переменных. Однако факторы, выделяемые в результате факторизации, как правило, неравноценны по своему значению.

С помощью выявленных факторов объясняют взаимозависимость психологических явлений.

Чаще всего в итоге факторного анализа определяется не один, а несколько факторов, по-разному объясняющих матрицу интеркорреляций переменных. В таком случае факторы делят на генеральные, общие и единичные. Генеральными называются факторы, все факторные нагрузки которых значительно отличаются от нуля (нуль нагрузки свидетельствует о том, что данная переменная никак не связана с остальными и не оказывает на них никакого влияния в жизни). Общие - это факторы, у которых часть факторных нагрузок отлична от нуля. Единичные - это факторы, в которых существенно отличается от нуля только одна из нагрузок.

Факторный анализ может быть уместен, если выполняются следующие критерии.

1. Нельзя факторизовать качественные данные, полученные по шкале наименований, например, такие, как цвет волос (черный / каштановый / рыжий) и т.п.

2. Все переменные должны быть независимыми, а их распределение должно приближаться к нормальному.

3. Связи между переменными должны быть приблизительно линейны или, по крайней мере, не иметь явно криволинейного характера.

4. В исходной корреляционной матрице должно быть несколько корреляций по модулю выше 0,3. В противном случае достаточно трудно извлечь из матрицы какие-либо факторы.

5. Выборка испытуемых должна быть достаточно большой. Рекомендации экспертов варьируют. Наиболее жесткая точка зрения рекомендует не применять факторный анализ, если число испытуемых меньше 100, поскольку стандартные ошибки корреляции в этом случае окажутся слишком велики.

Однако если факторы хорошо определены (например, с нагрузками 0,7, а не 0,3), экспериментатору нужна меньшая выборка, чтобы выделить их. Кроме того, если известно, что полученные данные отличаются высокой надежностью (например, используются валидные тесты), то можно анализировать данные и по меньшему числу испытуемых.