

Лекция 3.4 Индексная квалиметрия

Цель лекции – изучение сущности, методологического аппарата, области применения, преимуществ и недостатков индексной квалиметрии как особого метода оценки качества сложных объектов.

Задачи лекции:

- определить место индексной квалиметрии среди методов квалиметрии;
- сформулировать суть метода, заключающуюся в сведении совокупности частных показателей к одному обобщенному индексу качества;
- изучить области применения индексной квалиметрии;
- рассмотреть теоретические направления, такие как теория аддитивных/мультипликативных индексов, ранговых индексов, и метрических/нелинейных индексов;
- освоить понятия единичного, агрегатного (группового), полного (безусловного) и неполного (условного) индексов, а также индексной цепи;
- проанализировать типовые задачи аналитического направления в индексной квалиметрии;
- выявить и обсудить преимущества и недостатки метода.

Среди множества методов квалиметрии особое место занимает индексная квалиметрия. Этот подход предназначен для оценки сложных объектов, качество которых определяется большим количеством разнородных частных показателей. Суть метода заключается в сведении всей совокупности этих показателей к одному обобщенному, безразмерному числовому индексу - индексу качества. Такой агрегированный показатель обеспечивает простоту восприятия, высокую сравнимость результатов и является мощным инструментом для принятия управленческих решений.

Индексная квалиметрия позволяет преобразовать многомерное пространство частных характеристик в одномерное пространство, где позиция объекта однозначно определяется его индексом. Этот метод используется практически во всех сферах: от оценки качества промышленных товаров (например, автомобилей, бытовой техники) до анализа эффективности социальных программ, уровня жизни или конкурентоспособности предприятий.

Индексная квалиметрия опирается на богатый методологический арсенал в экономической индексологии и конъюнктного анализа. В индексной квалиметрии выделяются:

- теория применения аддитивных и мультипликативных агрегатных индексов;
- теория ранговых индексов (индексации ранговой динамики в пространстве показателей качества функционирования систем);

- теория метрических и нелинейных (функциональных) индексов.

Индексная квалиметрия как метод оценивания есть индексация динамики качества по отношению к определенной базе: базовому периоду, базовому режиму деятельности т. п.

Индексная квалиметрия опирается на богатый методологический арсенал в экономической индексологии и конъюнктного анализа. В индексной квалиметрии выделяются:

- теория применения аддитивных и мультипликативных агрегатных индексов;

- теория ранговых индексов (индексации ранговой динамики в пространстве показателей качества функционирования систем);

- теория метрических и нелинейных (функциональных) индексов.

Индексная квалиметрия как метод оценивания есть индексация динамики качества по отношению к определенной базе: базовому периоду, базовому режиму деятельности т. п.

Индекс качества продукции - комплексный показатель уровня качества разнородной продукции, равный относительному значению показателей качества оцениваемой и базовой продукции.

Индексная квалиметрия - теория измерения и оценки измерения качества объектов и процессов во времени (оценки динамики) и в пространстве с помощью индексов, которая применяет и развивает аппарат экономической теории индексов. Ее основная направленность – оценка изменения, темпов «движения» показателей качества объектов и процессов.

Единичным индексом i_p называется результат нормировки показателей (единичных, групповых, комплексных, интегральных) по базе индексации без предшествующего или последующего разложения показателя (например, в виде отношения $i(1)_p = p/p_0$ или обратного отношения $i(2)_p = p_0/p$).

Агрегатный (групповой) индекс J – это результат нормировки агрегатов показателя качества и (или) показателей экстенсивного количества (объемных показателей) по базе индексации. При этом базой индексации служит соответствующий агрегат. Как правило, агрегатом выступают: сепарабельная модель свертывания, ее модификации – аддитивная модель, мультипликативная модель или их комбинации – аддитивно-мультипликативная или мультипликативно-аддитивная модели.

В зависимости от типа агрегата агрегатные индексы получают соответствующее наименование.

В зависимости от применяемой схемы индексации (сравнения) различаются полные (безусловные) и неполные (условные) агрегатные индексы.

Полным называется индекс, в котором база индексации представляет:

$$J^{(a)} = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i p_i}{\sum_{i=1}^n \lambda_i p_i^0} \quad (3.4.1)$$

$$J^{(m)} = \frac{\prod_{i=1}^n p_i^{\lambda_i}}{\prod_{i=1}^n p_i^{0\lambda_i}}, \quad (3.4.2)$$

где $J^{(a)}$, $J^{(m)}$ – аддитивные и мультипликативные индексы соответственно.

Неполный индекс есть агрегатный индекс, у которого имеются показатели, входящие с одним и тем же значением агрегаты числителя и знаменателя. Следуя традициям индексологии, указанные показатели называются весом или условием соизмерения агрегатов. Назначение весов (условия) соизмерения – в «замораживании» определенных показателей- факторов, благодаря чему оценивается «условная» динамика уровня качества, т.е. динамика при условии, что данный частный показатель остается неизменным. Если «замораживается» базисное значение частного показателя, то агрегатный индекс называется базисно-условным, а если текущее – то текуще-условным индексом.

Индекс $i(1)_p$ представляет собой базисно-взвешенный единичный индекс, а $i(2)_p$ – текуще-взвешенный единичный индекс. Их взаимосвязь выражает условие обратимости базисно-взвешенных и текуще-взвешенных единичных индексов друг в друга.

Условие обратимости – одно из правил, часто предъявляемых и к агрегатным индексам. Этому условию удовлетворяет класс мультипликативных индексов, включая его базисно-взвешенную и текуще-взвешенную формы:

$$J^{(m) (1)} = \frac{\prod_{i=1}^n p_i^{\lambda_i}}{\prod_{i=1}^n p_i^{0\lambda_i}} = \prod_{i=1}^n i_p^{(1)\lambda_j} \Rightarrow J^{(m) (1)} = (J^{(m) (2)})^{-1} \quad (3.4.3)$$

Наряду с агрегатным индексом могут применяться различные формы агрегатов единичных индексов. Например, среднеарифметический индекс представляется в виде:

$$J^{(A)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \lambda_j i_p, \quad (3.4.4)$$

а среднегеометрический

$$J^{(0,A)} = \left(\prod_{i=1}^n i_p^{\lambda_j} \right). \quad (3.4.5)$$

Для данных представлений имеет место равенство:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_j = 1.$$

Индексы качества могут строиться не только в пространстве метрических шкал, но и в пространстве порядковых, ранговых и номинальных шкал. В последних случаях индексация динамики осуществляется на базе введения мер сходства или метрик с эталонными порядками или классификациями.

Временной (операционный) ряд индексов называется временной индексной цепью.

Индексная цепь – это последовательность индексов, отражающая изменения качества во времени или от одной технологической операции к другой:

$$\langle J \rangle = \langle J_{t1}, J_{t2}, \dots, J_{tR}, \dots \rangle \quad (3.4.6)$$

Запись $\langle J \rangle_{tR}$ означает, что в качестве базы индексации приняты значения показателей в момент tR ; в этом случае $J_{tR}=1$ (или 100 %).

Индексным изменением ΔJ называется изменение показателя качества, нормированное по базе индексации. Различаются полные (безусловные) и неполные (условные) индексные изменения. Справедливы соотношения:

$$\Delta J_{\mu} = \Delta p^1 / p^0 = (\bar{p} - p^o) / \bar{p}^o = J - 1; \Delta i_p - 1, \quad (3.4.7)$$

где \bar{p} - агрегат показателей.

В таблице 1 сформулированы типовые задачи аналитического направления в индексной квалиметрии, связанного с оценкой влияния динамики частных показателей на динамику обобщенного показателя качества, включая оценку индексных изменений.

Типовые задачи аналитического направления в индексной квалиметрии

Тип задачи	Формулировка задачи
Тип 1	Оценка влияния индексного изменения частных показателей качества единичных индексных изменений Δi_{μ} на индексное изменение обобщенного показателя качества (агрегатное индексное изменение ΔJ_{μ})
Тип 2	Оценка влияния абсолютного изменения частного показателя качества на абсолютное изменение обобщенного (агрегатного) показателя
Тип 3	Определение отношения условного приращения обобщенного показателя качества к обобщенному показателю качества за базовый период (к базовому значению)
Тип 4	Определение доли i -го условного приращения обобщенного (агрегатного) показателя качества $\Delta^{(i)}_{\mu}$ в общем полном приращении обобщенного (агрегатного) показателя качества $\Delta_{\text{иср}}$ (определение индекса веса $\Delta^{(i)}_{\mu}/\Delta_{\text{иср}}$)
Тип 5	Построение аддитивного разложения индексного изменения мультипликативного показателя качества $(\Delta J^{(\mu)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \Delta i_{\mu_i})$

Таким образом, индексная квалиметрия, включая ранговую индексацию динамики качества объектов (техники, проектов, производственных процессов и т.п.), формирует методический арсенал целого класса задач оценки качества управления качеством продукции и работ машиностроения и приборостроения.

$$\|g_{\alpha i}\| \equiv \begin{pmatrix} d_1 & g_{11} & g_{12} & \dots & g_{1n} \\ d_2 & g_{21} & g_{22} & \dots & g_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_m & g_{m1} & g_{m2} & \dots & g_{mn} \end{pmatrix}$$

Преимущества и недостатки индексной квалиметрии

Преимущества:

1. Простота и однозначность интерпретации: Одинокое числовое значение легко воспринимается, позволяет быстро сравнить разные объекты и является идеальным инструментом для маркетинга и публичной отчетности;

2. Универсальность и сопоставимость: индекс позволяет сравнивать качество совершенно разных объектов (например, качество образовательных услуг и качество мобильного телефона) при условии, что для каждого из них корректно разработана своя система показателей;

3. Обоснованность управленческих решений: индекс качества - это ключевой показатель эффективности (KPI) для системы менеджмента качества. Он позволяет руководству четко видеть динамику улучшения или ухудшения качества и определять приоритеты для инвестиций в доработку продукции;

4. Количественное ранжирование: метод дает возможность объективно ранжировать конкурирующие продукты или процессы.

Недостатки и вызовы:

1. Субъективность весовых коэффициентов: независимо от выбранного метода, определение весов всегда несет элемент субъективизма, особенно при использовании экспертных оценок. Неправильный выбор весов может привести к искажению реальной картины качества;

2. Потеря информации: сведение многомерного вектора показателей к одному числу неизбежно приводит к "сжатию" данных и потере детальной информации о состоянии отдельных характеристик. Высокий общий индекс может маскировать критически низкое значение одного важного, но малозначимого по весу показателя;

3. Сложность выбора базового образца: в случае оценки качества нового, инновационного продукта, выбор эталонного образца или определение максимальных/минимальных значений для нормализации может быть затруднен или вообще невозможен;

4. Необходимость постоянной актуализации: номенклатура показателей и их веса должны регулярно пересматриваться, поскольку меняются требования потребителей, стандарты и технологический уровень отрасли.

Индексная квалиметрия является краеугольным камнем современного менеджмента качества. Предоставляя возможность количественно выразить сложную категорию "качество" одним числом, она обеспечивает прозрачность, сравнимость и управляемость.

Несмотря на методологические трудности, связанные с выбором весов и потерей детализации, при строгом соблюдении процедур нормализации и обоснованном применении статистических методов для определения значимости, индекс качества остается наиболее эффективным и востребованным инструментом. Он трансформирует сложный анализ характеристик в простую метрику, которая служит основой для стратегического планирования, конкурентной разведки и, в конечном итоге, для повышения удовлетворенности потребителей.

Контрольные вопросы по лекции 3.4

1. Объясните, в чём заключается суть индексной квалиметрии, и почему этот подход является ключевым для оценки сложных объектов, качество которых определяется множеством разнородных частных показателей?
2. Какие теоретические направления (теории индексов) выделяются в индексной квалиметрии, и на какой методологический арсенал она опирается?
3. Сравните и противопоставьте понятия единичный индекс (i_p) и агрегатный (групповой) индекс (J), указав, что может выступать в качестве базы индексации для каждого.
4. В чём заключается различие между полным (безусловным) и неполным (условным) агрегатным индексом, и каково назначение весов (условия соизмерения) в неполном индексе?
5. Проанализируйте основные преимущества индексной квалиметрии, такие как простота восприятия и обоснованность управленческих решений, в контексте современного менеджмента качества.
6. Обсудите проблему субъективности весовых коэффициентов и потери информации при сведении многомерного вектора показателей к одному числу, как ключевые недостатки метода.
7. Как определяется индексное изменение и какие существуют различия между полными и неполными индексными изменениями?
8. Раскройте понятие индексной цепи и объясните, как она используется для отражения динамики качества объектов и процессов.
9. Какие типовые задачи аналитического направления в индексной квалиметрии связаны с оценкой влияния динамики частных показателей на динамику обобщенного показателя качества? Приведите пример такой задачи.
10. Какие методологические трудности (вызовы) могут возникнуть при выборе базового образца или при необходимости постоянной актуализации показателей и их весов?