

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ИЗМЕРЕНИЯ ЛАТЕНТНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ

Баркалов С.А., Моисеев С.И., Санина Н.В.

Воронежский государственный технический университет

Аннотация: в работе ставится задача проанализировать возможность построить модель оценки качества произвольных объектов на основе модели Раша измерения латентных переменных.

Ключевые слова: модель Раша, оценка, качество.

Качество является неотъемлемым свойством большинства объектов, процессов и явлений, которые нас окружают. Сложность оценивания качества обусловлена тем, что само по себе качество относится к универсальной категории, имеющей множество аспектов и особенностей. Не существует некоторой общей теории, позволяющей выделить какие-либо общие свойства качества и проводить на практике его измерения и оценки. Это послужило предпосылкой создания отдельного научного направления теории измерений – квалиметрии, объединяющей различные методы измерения качества. Однако, методы квалиметрии носят в основном частный характер и направлены на оценку качества отдельных групп объектов.

В данной работе ставится задача проанализировать возможность построить модель оценки качества произвольных объектов на основе модели Раша измерения латентных переменных [1, 2].

Латентными (неявными, скрытыми) называются такие переменные, которые нельзя измерить прямыми методами. Для оценки латентных переменных используют группу явных и измеряемых напрямую переменных, называемых индикаторными. С этой позиции качество – это некоторая латентная характеристика объекта, которая характеризуется числовым значением, но напрямую, непосредственно его измерить нельзя. Для измерения качества могут служить некоторые индикаторные переменные, которые будем называть оценочными критериями качества. Связи между оценками объектов по критериям и значениями качества объектов

осуществляется с помощью математической модели. В нашем случае выбрана математическая модель Раша оценки латентных переменных [1, 2].

Пусть имеется N объектов, качество которых следует оценить: A_1, A_2, \dots, A_N и L оценочных критериев K_1, K_2, \dots, K_L . Обозначим U_{ij} - оценку качества i -го объекта по j -му критерию. Эти оценки могут измеряться по разным шкалам и иметь различную размерность и смысл. Для того, чтобы оценки измерялись по одной шкале (обычно выбирают единичную) необходимо провести их нормализацию – линейное преобразование, в результате которого нормализованные оценки качества объектов по критериям x_{ij} примут значения из отрезка $[0; 1]$.

Введем латентные переменные: θ_i – общий показатель качества i -ого объекта, и β_j – показатель, имеющий смысл выполнимости j -го критерия: чем ниже значение β , тем больше по этому критерию дано положительных оценок качества для всей совокупности объектов. Согласно модели Раша, вероятность p_{ij} того, что по j -му критерию будет дана положительная оценка качества i -го объекта, рассчитывается логистической функцией вида:

$$P_{ij} = \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}}. \quad (1)$$

Для нахождения латентных переменных θ_i и β_j производится частное оценивание качества всех объектов по всем критериям, тем самым формируется матрица вида:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если по критерию } j \text{ высокое качество объекта } i; \\ 0, & \text{если по критерию } j \text{ низкое качество объекта } i. \end{cases} \quad (2)$$

В дихотомической модели Раша латентные переменные θ_i и β_j находятся в результате вероятностного приближения индикаторных переменных (2) к расчетным вероятностям (1) с помощью метода максимального правдоподобия. На практике, такую задачу решают с применением вычислительной техники, используя специализированное

программное обеспечение, например, Winsteps, RUMM 2020, Facets, Quest, ConQuest, Summary и другое.

Однако такой подход имеет ряд недостатков, основными из которых являются в применении дихотомических индикаторных переменных (2), которые могут иметь только два значения – «0» и «1», кроме того, для расчета нужно использовать дорогостоящее специализированное программное обеспечение.

Для устранения описанных недостатков можно использовать модификацию модели Раша, основанную на методе наименьших квадратов [3-5]. Согласно ей, латентные переменные θ_i и β_j модели (1) подбираются таким образом, чтобы сумма квадратов отклонений индикаторных переменных x_{ij} (2) от расчетных вероятностей (1) была наименьшей. Для этого нужно решить оптимизационную задачу вида:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (x_{ij} - P_{ij})^2 = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \left(x_{ij} - \frac{e^{\theta_i - \beta_j}}{1 + e^{\theta_i - \beta_j}} \right)^2 \rightarrow \min. \quad (3)$$

Оценки латентных переменных θ_i и β_j , рассчитанные по модели (3), будут измеряться по интервальным линейным.

Решение задачи оптимизации (3) можно проводить с использованием вычислительной техники и доступного программного обеспечения, в частности, с помощью надстройки «Поиск решений» MS Excel. Следует отметить, что ранее подобный метод был использован при оценки качества программного обеспечения [6].

Оценки, полученные по описанному в работе методу, обладают некоторыми преимуществами по сравнению с традиционными методами оценивания качества объектов [7]:

1. Кроме интегральных оценок качества объектов, данный метод позволяет найти оценки выполнимости критериев, показывающие, насколько объекты в своей совокупности удовлетворяют по показателю качества каждому из критериев.

2. Полученные оценки, как качества объектов, так и степени выполнимости критериев, измеряются по линейной шкале.

3. Оценки качества объектов и выполнимости критериев являются их индивидуальными показателями и не зависят от множества объектов и набора оценочных критериев.

4. Полученные оценки качества объектов являются более гибкими, чем рассчитанные традиционными методами, т.к. они учитывают степень выполнимости оценочных критериев.

В заключении следует отметить, что предложенный подход можно использовать не только для оценки качества, но и для оценивания иных качественных показателей, таких как эффективность, степень привлекательности, уровень подготовленности, компетентность и других.

Список использованных источников

1. Rasch G. Probabilistic Models for Some Intelligence and Attainment Tests / G. Rasch.- Copenhagen, Denmark: Danish Institute for Educational Research, 1960.
2. Маслак А.А. Модель Раша оценки латентных переменных и ее свойства. Монография / А.А. Маслак, С.И. Моисеев. – Воронеж: НПЦ «Научная книга». - 2016. – 177 с.
3. Баркалов С.А. Модель оценивания привлекательности альтернатив в подходе Раш-анализа / С.А. Баркалов, Ю.В. Киреев, В.С. Кобелев, С.И. Моисеев // Системы управления и информационные технологии. - 2014. - Т. 57.- № 3.2. - С. 209-213.
4. Моисеев С.И. Методы принятия решений, основанные на модели Раша оценки латентных переменных / С.И. Моисеев, А. Ю. Зенин // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. - №2.3 (16). - С. 368-375.
5. Моисеев С.И. Модель Раша оценки латентных переменных, основанная на методе наименьших квадратов / Моисеев С.И. // Экономика и менеджмент систем управления. Научно-практический журнал. - № 2.1 (16). - 2015.- С. 166-172.

6. Моисеев С.И. Модель оценки качества программного обеспечения, основанная на методе Раша оценки латентных переменных / С.И. Моисеев, Ю.В. Черная, Е.В. Паршина // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. - 2016. - № 1. - С. 102-109.

7. Маслак А.А. Сравнительный анализ оценок параметров модели Раша, полученных методами максимального правдоподобия и наименьших квадратов / А.А. Маслак, С.И. Моисеев, С.А. Осипов. – Проблемы управления. - № 5. - 2015. - С. 58-66.

**APPLICATION OF THE THEORY OF MEASURING LATENT VARIABLES FOR ASSESSMENT THE
QUALITY OF OBJECTS**

Barkalov S.A., Moiseev S.I. , Sanina N.V.

Voronezh State Technical University

Abstract: In this paper, the task is to analyze the possibility of constructing a model for assessing the quality of arbitrary objects based on the Rasch model of measuring latent variables.

Keywords: Rasch model, evaluation, quality.