

УДК 629.735.015.017.2

С.В. Клименко, В.В. Огоренко

**ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА КОМПЬЮТЕРНОГО
ПСИХОМЕТРИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАМЕНТА
ЛИЧНОСТИ**

Аннотация. Предложена новая вероятностная оценка темперамента личности по результатам психометрического компьютерного тестирования методом Айзенка на основе формулы Байеса с учетом измерения времени, которое необходимо на осмысление каждого вопроса и подготовку ответов.

Ключевые слова: темперамент, психическое состояние личности, эмоциональное состояние личности, модель Байеса, нейротизм, экстраверсия-интроверсия, вероятностная модель.

Постановка задачи

Классические методы обработки результатов тестирования и оценки темперамента личности рассматривались в работах [1, 2]. Психометрические измерения представляют собой случайные величины. Причинами этого является нестабильность психического и эмоционального состояния личности и неконтролируемого влияния окружающей среды. Результаты любого тестирования $R(k)$ можно рассматривать как психическое $\Pi(t)$ и эмоциональное $\Theta(t)$ состояние личности, т.е. $R(k) = \Pi(t) + \Theta(t)$. Если психическое состояние описывается медленноменяющейся функцией времени $\Pi(t)$, то функция эмоционального состояния $\Theta(t)$ относится к классу высокочастотных, быстро меняющихся функций. Причинно-следственные связи между результатами тестирования и психическим состоянием имеют вероятностный характер и для их математического описания можно использовать модель Байеса: если известны $P(\Pi_i)$ вероятность i -той причины Π_i и вероятность $P(C_i)$ следствия C , а также условные вероятности следствия по каждой i -той причине $P(C/\Pi_i)$, то условная вероятность i -той причины $P(\Pi_i/C)$, если следствие C произошло, оценивается по формуле Байеса

$$P(\Pi_i / C) = \frac{P(\Pi_i)P(C / \Pi_i)}{P(C)}, \quad i = 1, 2, \dots, m. \quad (1)$$

где вероятность следствия определяется по формуле полной вероятности:

$$P(C) = \sum_{i=1}^m P(\Pi_i)P(C / \Pi_i). \quad (2)$$

Метод тестирования на основе стимулов как последовательности вопросов, задач и ответов широко используется в практике психологического исследования личности, оценки тех или иных её свойств. Уровень того или иного свойства может изменяться от самого высокого до самого низкого, например, высокий и низкий уровень нейротизма, экстраверсия-интроверсия, знание – незнание, смелость – робость, напряжённость – раскованность, доверчивость – подозрительность и т.д. Для оценки различных свойств личности психологами разработаны специальные группы вопросов. Ответы испытуемых на каждый из этих вопросов содержат информацию об уровне изучаемого свойства: высокий уровень, если ответ совпадает с ключом или функцией теста $\Phi(k)$ (мнением психологов) и низкий, если не совпадает. Ключ теста обосновывается психологами, и проверяется на большой выборке испытуемых, обладающих тем или иным уровнем изучаемого свойства личности. Психолог Раша установил одну очень важную особенность такого тестирования: чем меньше испытуемый затрачивает времени на принятие решения, тем более надёжным представляется ответ, и следовательно более вероятным является или высокий, или низкий уровень исследуемого свойства личности [3, 4].

В тестах-вопросниках или задачах с ответами «больше или меньше» функция теста (ключ) принимает значения +1 или -1. В тестах заданиях с численным ответом – это заданная последовательность чисел.

В процессе тестирования в ответ на каждое стимульное воздействие $S(k)$ формируется решение $R(k)$, измеряется время, затраченное на его принятие $T(k)$. Функция решений $R(k)$ принимает значения +1, -1 или +1, -1, 0, где 0 – отказ от принятия решения. Для описания результатов тестирования введем функцию соответствия $Z_k = \Phi(k)R(k)$ и функцию скорости обработки

стимулов $V_k = S(k)/T(k)$. Как Z_k , так и V_k - это дискретные случайные последовательности со своими неизвестными статистическими закономерностями, содержащие информацию о психическом и эмоциональном состоянии прошедшей тестирование личности, надежность которой характеризуется условными вероятностями причинно-следственных связей $P(\Pi_i / C)$, зависящих в свою очередь от функций Z_k и V_k . Исследуем эти вероятности при оценке темперамента личности по методу Айзенка. Темперамент – это характеристика динамических особенностей психической деятельности и интенсивности психических процессов личности. Оценивается высоким и низким уровнем нейротизма и экстроинтроверсиями .

Вероятностная модель результатов тестирования личности методом Айзенка.

Представляется очевидным следующее утверждение: если испытуемые в действительности имеют высокий уровень исследуемого свойства, то условная вероятность $P(Z_k/B)$ должна быть больше, чем $P(Z_k/H)$ для испытуемых с таким же ответом, но с низким уровнем этого свойства. Значения Z_k являются случайными величинами и зависят от скорости обработки информации в уме $V_k = S_k/T_k$. Эти же вероятности должны быть больше, если меньше время реакции на k -ый вопрос-стимул (по Рашу: чем больше скорость обработки стимульной информации, тем выше вероятность). Этим требованиям удовлетворяют следующие математические модели условных вероятностей

$$P(Z_k/B) = \frac{\exp[-0,5\alpha V(k)(1 - Z_k)]}{1 + \exp[-\alpha V(k)]},$$

$$P(Z_k/H) = \frac{\exp[-0,5\alpha V(k)(1 + Z_k)]}{1 + \exp[-\alpha V(k)]}, \quad (3)$$

где α – масштабный коэффициент.

Располагая вектором независимых результатов тестирования $|Z| = |Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_n|^T$ и выборкой скоростей обработки $|V| = |V_1, V_2, V_3, \dots, V_n|$, определим условные вероятности для двух

гипотез В и Н – высокий и низкий уровень исследуемого свойства личности

$$P(|Z|/B) = \prod_{k=1}^n P(Z_k/B), \quad P(|Z|/H) = \prod_{k=1}^n P(Z_k/H). \quad (4)$$

Подставив (3.) и (4) в формулы (1) и (2), получим

$$P\left(\frac{|Z|}{B}\right) = \prod_{k=1}^n P\left(\frac{Z_k}{B}\right) = \frac{\exp(-0,5\alpha \sum_{k=1}^n V_k (1 - Z_k))}{\prod_{k=1}^n (1 + \exp(-\alpha V_k))},$$

$$P\left(\frac{|Z|}{H}\right) = \frac{\exp(-0,5\alpha \sum_{k=1}^n V_k (1 + Z_k))}{\prod_{k=1}^n (1 + \exp(-\alpha V_k))}. \quad (5)$$

Вероятностная оценка типов темперамента по результатам тестирования.

Используя формулу Байеса, вычислим вероятности двух гипотез:

гипотезы В – вектор результатов тестирования $|Z|$ относится к испытуемому с высоким уровнем исследуемого свойства личности;

гипотезы Н – вектор $|Z|$ относится к испытуемому с низким уровнем исследуемого свойства

$$P(B/|Z|) = \frac{P(B)P(|Z|/B)}{P(B)P(|Z|/B) + P(H)P(|Z|/H)},$$

$$P(H/|Z|) = \frac{P(H)P(|Z|/H)}{P(B)P(|Z|/B) + P(H)P(|Z|/H)}. \quad (6)$$

где $P(B)$, $P(H)$ – вероятность состояния В или Н, в котором находится испытуемый.

Вероятности $P(B)$ и $P(H)$ характеризуют априорные знания психологов о соотношении испытуемых с высоким и низким уровнем исследуемого свойства личности в больших группах. В условиях незнания эти уровни равновероятны $P(H) = P(B) = 0,5$ и тогда с учетом выражений (4) получим расчетные формулы для оценки вероятностей причинно-следственных связей

$$P(B|Z) = \frac{1}{1 + \exp \left[-\alpha \sum_{k=1}^n V_k Z_k \right]},$$

$$P(H|Z_k) = \frac{\exp \left[-\alpha \sum_{k=1}^n V_k Z_k \right]}{1 + \exp \left[-\alpha \sum_{k=1}^n V_k Z_k \right]}. \quad (7)$$

Предположим, что существует абстрактный испытуемый, у которого при тестировании $R(k) = \Phi(k)$ и всегда $R(k)\Phi(k) = 1$, так что апостериорная вероятность $P(B|Z)$ должна быть близкой к единице. В этом случае если выбрать эти вероятности равной P , то получим уравнение для оценки коэффициента нормировки

$$\alpha = \ln \left(\frac{P}{1-P} \right) \left(\sum_{k=1}^n V_k \right)^{-1}. \quad (8)$$

В частном случае при $P = 0,95$ расчетные формулы будут иметь вид

$$P(B|Z) = \frac{1}{1 + \exp \left[-2,944 \left(\sum_{k=1}^n V_k \right)^{-1} \sum_{k=1}^n V_k Z_k \right]},$$

$$P(H|Z) = \frac{\exp \left[-2,944 \left(\sum_{k=1}^n V_k \right)^{-1} \sum_{k=1}^n V_k Z_k \right]}{1 + \exp \left[-2,944 \left(\sum_{k=1}^n V_k \right)^{-1} \sum_{k=1}^n V_k Z_k \right]}. \quad (9)$$

Зная вероятности высокого и низкого уровня исследуемого свойства, можно определить вероятности высокого и низкого уровня нейротизма и экстраверсии-интроверсии по результатам тестирования теста Айзенка по формулам

$$P_3(B|Z) = \frac{\Theta(k)}{1 + \exp \left[-\sum_{k=1}^n \alpha V_k \Phi(k) R(k) \right]},$$

$$P_3(H|Z) = \frac{\Theta(k)}{1 + \exp \left[\sum_{k=1}^n \alpha V_k \Phi(k) R(k) \right]}, \quad (10)$$

$$P_N(B/Z) = \frac{N(k)}{1 + \exp \left[-\sum_{k=1}^n \alpha V_k \Phi(k) R(k) \right]},$$

$$P_N(H/Z) = \frac{N(k)}{1 + \exp \left[\sum_{k=1}^n \alpha V_k \Phi(k) R(k) \right]},$$

где $N(k)$ – функция нейротизма, $\Theta(k)$ – функция экстраверсии-интроверсии.

Темперамент личности по Айзенку характеризуется состоянием двух показателей: нейротизма и экстраверсии-интроверсии: 1) сангвиники – это экстраверты с низким нейротизмом; 2) меланхолики – интроверты с высоким нейротизмом; 3) холерики – экстраверты с высоким нейротизмом; 4) флегматики – интроверты с низким нейротизмом. Надежность оценок темперамента личности получаем по формулам

$$\begin{aligned} P(Ca/Z) &= P_{\Theta}(B/Z) \cdot P_N(H/Z), & P(Me/Z) &= P_{\Theta}(H/Z) \cdot P_N(B/Z), \\ P(Xo/Z) &= P_{\Theta}(B/Z) \cdot P_N(B/Z), & P(\Phi л/Z) &= P_{\Theta}(H/Z) \cdot P_N(H/Z). \end{aligned} \quad (11)$$

Результаты тестирования можно представить на плоскости интроверсия-экстраверсия – нейротизм, где размеры площадей равны вероятностям $P(Ca/Z)$, $P(Xo/Z)$, $P(\Phi л/Z)$, $P(Me/Z)$ и их расположения наглядно характеризуют темперамент личности (рис.1).

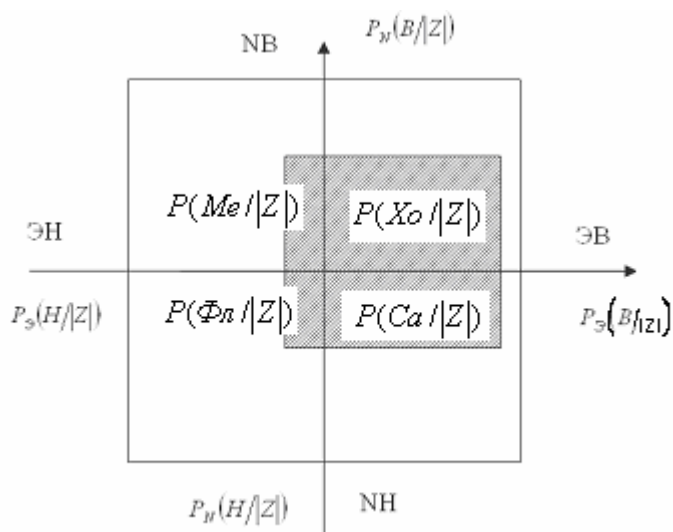


Рисунок 1 – Графическое представление результатов тестирования при использовании метода Раша-Байеса

Интегральными числовыми показателями темперамента личности по Айзенку являются оценки условных математических ожиданий функций согласия

$$M[Z/B] = \sum_{k=1}^n Z_k P(Z_k/B), M[Z/H] = \sum_{k=1}^n Z_k P(Z_k/H)$$

и условные выборочные дисперсии

$$D[Z/B] = \sum_{k=1}^n (Z_k - M[Z/B])^2 P(Z_k/B),$$

$$D[Z/H] = \sum_{k=1}^n (Z_k - M[Z/H])^2 P(Z_k/H)$$

Первые характеризуют психологическую составляющую темперамента, вторые – эмоциональную. Дополнительными числовыми показателями могут быть средние значения скорости обработки стимулов и оценки их разброса (выборочные дисперсии).

Выводы

Между результатами компьютерного психометрического тестирования по методу Айзенка (следствием) и уровнями нейротизма и экстро-интроверсиями (причинами) имеет место вероятностная причинно-следственная связь, математической моделью которой, является формула Байеса. Надежность результатов компьютерного психометрического тестирования предлагается оценивать условными вероятностями правильности ответов на вопросы-стимулы с учетом скорости их осмысления, подготовки и принятия решений. Получены расчетные формулы для оценки по результатам тестирования условных вероятностей уровней нейротизма, экстраверсии и интроверсии, и по формуле Байеса определяется с какой вероятностью оцениваются типы темперамента (сангвиник, холерик, меланхолик, флегматик).

ЛИТЕРАТУРА

1. Клименко С.В., Огоренко В.В. Информационные технологии индивидуального компьютерного психометрического тестирования. Системные технологии 6'(53). – Днепропетровск.-2007.-С.116-124.
2. Малайчук В.П., Дюбо С.В. Статистическая обработка результатов компьютерного психометрического исследования структуры личности. Вісник Дніпропетровського університету. Днепропетровск ДДУ, 1998г.
3. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика / Дюк В.А. // – Спб.: Братство. –1994. – 284с.
4. Бурлачук Л. Ф. Исследование личности в клинической психологии.- Киев, 1979.- 175 с