УДК 371:351.851

ИННОВАЦИОННЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-ЭНТРОПИЙНЫЙ МЕТОД ШКАЛИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

Б. В. Семкин, М. И. Стальная, А. В. Ведманкин

В статье рассмотрен новый метод шкалирования результатов тестирования студентов при различных видах контроля, основанный на теории информации и энтропии. Приведен пример реализации разработанного метода на данных полученных экспериментально, в АлтГТУ им. И. И. Ползунова.

Ключевые слова: квалиметрия; нормативно-ориентированный тест; первичный результат; первый центральный момент; информационно-энтропийный интервал

Введение

Нормативно-ориентированный контроль знаний, в настоящее время стал нормой, в том числе и в России. Нормативно-ориентированный тест позволяет ранжировать испытуемых по уровню знаний [1, 2]. Очень часто такой тест используется для сравнения уровня подготовки испытуемых друг с другом. Целью нормативно-ориентированного теста является упорядочение результатов испытуемых по уровню их подготовленности. Очень часто для шкалирования нормированного-ориентированного тестирования применяется метод Раша [3]. Однако, данный метод не имеет строгой доказуемой аналитической процедуры, а основан на удачном интеллектуальном предположении. Поэтому, на наш взгляд, целесообразно разработать новый, математически обоснованный метод шкалирования контроля знаний.

В процессе разработки метода авторами было выдвинуто предположение о закреплении положительной (хорошей) оценки в зависимости от значения математического ожидания, вычисленного по распределению полученных первичных результатов. Данное предположение было обосновано в ходе многочисленных экспериментальных исследований шкалирования результатов студентов АлтГТУ им И.И. Ползунова. В ходе дальнейших экспериментов было выявлено, что всю шкалу первичных результатов можно условно разбить на четыре участка (Рисунок 1).

Из рисунка 1 видно, что линейная шкала первичных результатов разбита на 4 участка, с границами A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 . Границы A_1. A_5, являются крайними предельными границами и равны, соответственно,− 0 и максимальному количеству первичных баллов например, 40, 68 , 100, 120 и т. д.

Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично

A1 A2 A3 A4 A5

Рисунок 1 − Шкала первичных баллов

Граница A_3, является математическим ожиданием распределения результатов первичного балла (при тестовой форме контроля), которое определяется по формуле [4]:

$$A_3 = \frac{k_1 \cdot n_1 + k_2 \cdot n_2 + ... + k_i \cdot n_i}{n}, \qquad (1)$$

где ki − количество правильных ответов у каждого студента;

ni − количество студентов, имеющих одинаковое количество правильных ответов;

n − общее количество испытуемых.

Для определения границ А2, А4, необходимо использовать теорию информации Шеннона, цель которой − учесть распределение в выборке; объем выборки и рационально выбранные границы между оценками, поскольку эти оценки обязательны, как по Закону «Об образовании» [5], так и по «Положению о вузе» [6].

Если предположить, что при оценке знаний студентов плотность вероятности распределения различных значений случайной величины вдоль всей шкалы одинакова, то, она может быть представлена, например, равномерным законом распределения. (Рисунок 2.)

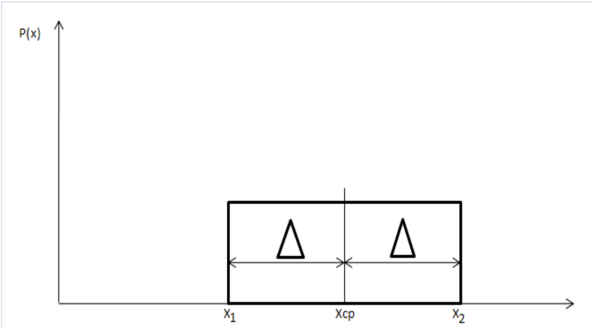

Рисунок 2 − Равномерный закон распределения

Так как полная вероятность полученного отсчета находится где-то в пределах от x_1 до x_2 и равна единице, то под значением Px должна быть заключена площадь равная единице. При рассмотренном распределении плотности вероятности это приводит к :

$$P(x) = \frac{1}{x_2 - x_1}. \qquad (2)$$

Таким образом, после проведения оценок знаний учащихся получается, что среднее значение измерений лежит, во-первых, в пределах $x_1 - x_2$, и, во-вторых, $x_{ср}= \pm \Delta.$ Тогда, с точки зрения теории информации, область неопределенности, которая простиралась от x_1 до x_2 и характеризовалась плотностью вероятности $P(x) = \frac{1}{x_2 - x_1}$, сократилась до величины 2 Δ и теперь характеризуется как

$$P(\tilde{o}) = \frac{1}{2\Delta}. \qquad (3)$$

Тогда энтропия для такого распределения в соответствии с формулой (3) будет определяться как:

$$H(x) = -\int_{-\infty}^{+\infty} P(x)\ln P(x)dx =$$

$$= -\int_{x_1}^{x_2} \frac{1}{x_2 - x_2} \ln \frac{1}{\tilde{o}_2 - \tilde{o}_1} dx = \qquad (4)$$

$$= -\int_{-\Delta}^{+\Delta} \frac{1}{2\Delta} \ln \frac{1}{2\Delta} = \ln 2\Delta,$$

где Δ − сжатая количественная характеристика вероятностного распределения измеряемой величины, которая определяется в соответствии с формулой (5)

$$\Delta = \frac{1}{2}\exp H(x) \qquad (5)$$

Аналогичным образом, при различных других законах распределения вероятностей Δ будет являться количественной характеристикой, определяющей интервал существования наиболее часто встречающихся значений исследуемой величины при данном законе распределения. Так как этот интервал определяется через энтропию, то целесообразно его называть информационно-энтропийный интервал (ИЭИ).

Тогда ИЭИ с учетом (4) и (5) определяется следующим образом:

$$\Delta = \frac{1}{2}\mathring{a}^{f\ (\Delta)} = \frac{d}{2}\prod_{i=1}^{m}\left(\frac{n}{n_i}\right)^{\frac{n_i}{n}} =$$

$$= \frac{d}{2}\frac{n}{\sqrt[n]{\prod_{i=1}^{n}(n_i)^{n_i}}} == \frac{d \cdot n}{2 \cdot \sqrt[n]{n_1^{n_1} \cdot n_2^{n_2} \cdot \ldots \cdot n_j^{n_j}}} \qquad (6)$$

где d(const) − ширина интервала, в котором находятся ni число человек, набравших одинаковое число правильных ответов.

Так как оценки, получаемые студентами, носят вероятностный характер с различными видами распределения и плотностью вероятности, целесообразно в разрабатываемом методе применить ИЭИ для определения интервала наиболее часто встречающихся оценок, которые в общем случае характеризуют подготовленность студентов. Поэтому для определения границ этого интервала А2, А4 необходимо воспользоваться формулой, которая выведена [7] на основе теории информации и понятии энтропии [4], и выглядит следующим образом

$$\Delta = \frac{d \cdot n}{2 \cdot \sqrt[n]{n_1^{n_1} \cdot n_2^{n_2} \cdot \ldots \cdot n_j^{n_j}}} =$$

$$= \frac{d \cdot n}{2 \cdot (n_1^{n_1} \cdot n_2^{n_2} \cdot \ldots \cdot n_j^{n_j})^{\frac{1}{n}}}, \qquad (5)$$

где Δ − информационно энтропийный интервал (ИЭИ),

То есть, границы зон (А2, А4) определяются величиной информационно-энтропийного интервала, который в размере

$\frac{\Delta}{2}$ откладывается симметрично в обе стороны от математического ожидания (A3) распределения результатов тестирования. Все студенты, которые со своим результатом находятся на участке A1, A2, получат неудовлетворительные оценки, а участок A2, A3 включает в себе удовлетворительные оценки, соответственно, хорошие и отличные оценки будут у тех студентов, у которых результат тестирования расположен на участках A3, A4 и A4, A5, соответственно.

На рисунках 3а, б приведены кривые распределения результатов тестирования, в группах общей численностью 472 и 209 человек, предмет исследования математика и философия, соответственно.

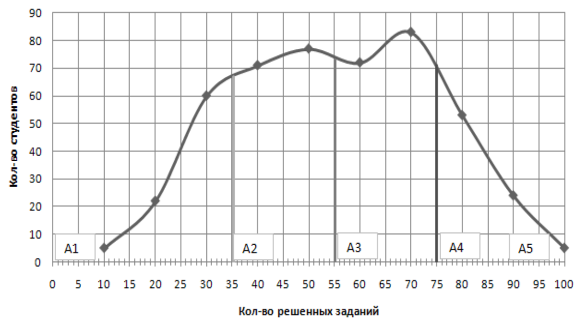

Рисунок 3а − Кривая распределения (математика)

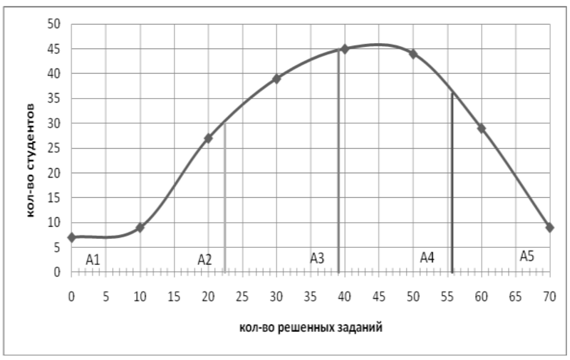

Рисунок 3б − Кривая распределния (философия)

На рисунке 3а представлена кривая распределния результатов тестирования по математике, из кривой рисунка 3а видно, что есть как неудовлетворительные, так и положительные результаты. Математическое ожидание данного распределения равно 55 правильных ответов, граница неудовлетворительных оценок достигает значения в 35 правильных ответов, а граница отличных оценок равна 75 верных ответов. Максимальное возможное количество верных ответов равно 100. Оценки данного распределния будут определятся следующим образом: студенты, набравшие количество правильных ответов от 0 до 35,26 , получат неудовлетворительные оценки, студенты, набравшие от 35,26 до 55,11 правильных ответов, получат удовлетворительные оценки, от 55,11 до 74.95 − хорошие оценки, и, соответсвенно отличные оценки − за результат от 74,95 правильных ответов и выше.

На рисунке 3б количество максимально возможных правильных ответов равно 70. Математическое ожидание данного распределения равно 39,09 правильных ответов, границы неудовлетворительных и отличных оценок составляют 22,45 и 52,72 верных ответов. Оценки студентов распределяются следующим образом: за правильные ответы от 0 до 22,45 − ставится неудовлетворительная оценка; от 22,45 до 39,09 – удовлетворительная оценка; от 39,09 до 52,72 − хорошо, от 52,72 до 70 − отлично.

Вывод

Таким образом на основании вышеизложенного, стоит отметить следующие достоинства разработанного метода:

- Универсаальность – в не зависимости от количества максимально возможных правильных ответов, и цены деления рейтинговой шкалы (при 5,20,30,100 балльной и т.д.) , данный метод работает всегда;
- Объективность при выставлении оценок, так все приведенные формулы выведены аналитически, на основе теории иноформации и теории вероятности;
- Прост в использовании в сопряжении с программным обеспечением, которое повышает значительно производительность и быстродействие разработанного метода;
- Для шкалирования результатов не требуется никаких предположений и допущений, достаточно сырых баллов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Челышкова, М. Б. Теория и практика конструирования педагогических тестов: учеб. пособие / М. Б. Челышкова/ – М.: Логос, 2002. – 432 с: ил.

2. Переверзев, В. Ю. Критериально - ориентированные педагогические тесты для итоговой аттестации студентов /В. Ю. Переверзев/ − М.: НМЦ СПО Минобразования РФ, 1999. − 152 с.
3. Нейман,Ю.М. Введение в теорию моделирования и параметризации педагогических тестов / Ю. М. Нейман, В. А. Хлебников/− М.: Логос, 2000. – 232 с: ил.
4. Смолянский, М. Л. О некоторых вопросах современной математики и кибернетики/ М. Л. Смолянский/ – М.: Просвещение,1987.-531с.
5. Законопроект Об образовании в Российской Федерации.
6. О Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»
7. Гарантии качества профессионального образования: тезисы докладов Международной научно практической конференции.- Барнаул: Изд-во АлтГТУ,2010.-346с

УДК 535.232.1

ПОВЫШЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ ПИРОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ОСНОВЕ АПРИОРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.Б. Ионов, Б.П. Ионов, А.И. Мирная, Е.В. Плоткин

Рассматриваются пути повышения достоверности пирометрических измерений, проводимых в сложных условиях, за счет использования априорной информации. Проведен анализ и сравнение классической схемы пирометрических измерений и предложенной альтернативной, реализующей модельный подход. Представлена обобщенная параметрическая модель радиометрической цепочки. Путем моделирования показано, что использование априорных данных позволяет снизить погрешность пирометрических измерений в 5 и более раз.

Ключевые слова: температура, пирометр, спектр, тепловой контроль, априорная информация.

Введение

В настоящее время методы бесконтактного теплового контроля (методы пирометрии) завоевывают все большую популярность. Основным значимым препятствием, ограничивающим круг решаемых с их помощью практических задач, является заведомая неопределенность пирометрических измерений, на результаты которых неустранимое влияние оказывают внешние факторы [1]. В общем случае величина возникающей методической погрешности зависит от типа пирометра и степени отличия условий измерения от стандартных (в которых прибор проходил калибровку).

Один из возможных путей решения данной проблемы – применение многоканальных пирометров, диапазон условий эксплуатации которых достаточно широк [2-3]. Однако такие приборы являются более сложными и дорогими устройствами, а потому пока не получили массового распространения.

Альтернативным вариантом повышения достоверности бесконтактных температурных измерений является использование доступной априорной информации о внешних условиях [4]. Действительно, в большинстве случаев перед проведением измерений оператор уже обладает некоторыми полезными сведениями (о состоянии объекта и среды распространения), которые целесообразно учитывать. Ввиду своей перспективности данный подход требует детального рассмотрения.

Другой вопрос, заслуживающий серьезного внимания, связан с оценкой погрешности пирометрических измерений [2]. С использованием априорных данных становится возможным определять достоверность результатов измерений (в текущих условиях) для их корректной последующей интерпретации.

Классический подход

В первую очередь рассмотрим наиболее популярную на текущий момент схему измерения, предполагающую использование классического пирометра частичного излучения (рисунок 1) [1]. В данном случае компенсация влияния внешних факторов осуществляется оператором с помощью корректирующего коэффициента ε, что можно описать выражением

$$T^{*} = F\left(\varepsilon \cdot s\left(G'\left(\lambda, T\right)\right)\right),$$