

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЗАИМОСВЯЗИ  
УРОВНЯ ОБУЧЕННОСТИ СТУДЕНТОВ И СТЕПЕНИ  
ТРУДНОСТИ ЗАДАНИЙ В АНАЛИЗЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФИЭБ**

***Винокуров Александр Иванович,  
Наводнов Владимир Григорьевич***

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический  
университет», Россия, г. Йошкар-Ола  
VinokurovAI@volgatech.net, NavodnovVG@volgatech.net

***Орлов Александр Игоревич***

ФГБОУ ВО «Марийский государственный университет», Россия,  
г. Йошкар-Ола, karlorlov@gmail.com

***Чернова Елена Павловна***

ООО «Научно-исследовательский институт мониторинга качества  
образования», Россия, г. Йошкар-Ола, l-chernova08@yandex.ru

*Рассматривается возможность и актуальность применения математической модели оценки взаимосвязи уровня обученности студентов и степени трудности заданий в анализе результатов ФИЭБ.*

***Ключевые слова:** ФИЭБ, математическая модель оценки, степень трудности заданий, уровень обученности студентов, модель Раиа.*

Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата (ФИЭБ) – проект по внешней, независимой оценке качества подготовки студентов [1]. Важным принципом ФИЭБ является *объективная и достоверная оценка* результатов студентов при проведении экзамена в сети Интернет, отражающая реальный уровень их подготовленности по основным профессиональным образовательным программам вузов, что повышает требования к валидности используемых оценочных средств и надежности измерений, процедур обработки и анализа полученных результатов. При анализе результатов ФИЭБ важно учитывать трудность как отдельных заданий, так и трудность всего измерителя, степень подготовленности студентов, что влияет на определение уровня обученности студентов. Для решения данной задачи была разработана *математическая модель* оценки взаимосвязи степени трудности заданий и уровня обученности студентов.

Учет трудности заданий в оценке результатов выполнения студентами всего ПИМ осуществляется путем преобразования значения первичного балла испытуемого в итоговый тестовый балл с использованием соотношения

$$m' / M = (m / M)^x,$$

где  $m$  – первичный балл;  $m'$  – преобразованный балл;  $M$  – максимально-возможный балл;  $x$  – показатель степени. Предлагаемый подход основан на использовании модели Раша [2] и заключается в масштабировании оси абсцисс исходного распределения путем применения степенной функции

$$a^x = (m / M)^x.$$

На рис. 1. представлен вид степенной функции при различных значениях показателя степени  $x$ . При изменении  $x$  в интервале  $(0; 1)$  гистограмма распределения результатов смещается в область более высоких баллов, а в интервале  $(1; \infty)$  – в область низких баллов.

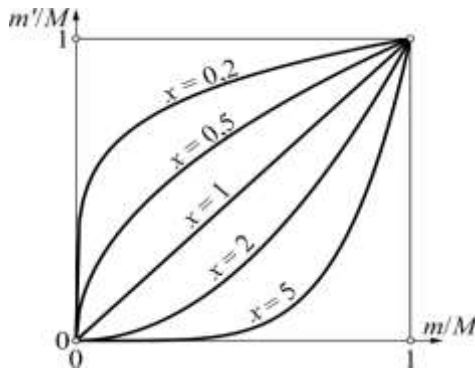


Рис. 1. Степенная функция  $m' / M = (m / M)^x$  при различных значениях показателях степени  $x$

Использование данной математической модели предполагает соблюдение следующих условий:

1. значение медианы преобразованного распределения должно составлять 50% от максимально возможного балла за ПИМ;
2. нулевое значение первичных баллов должно соответствовать нулю баллов преобразованного распределения;
3. максимальное значение первичных баллов должно соответствовать максимуму баллов преобразованного распределения.

Значение преобразованного балла, учитывающего трудность ПИМ, может быть рассчитано по формуле:

$$m' = M(m / M)^x.$$

Максимальное значение возможного результата может быть представлено в абсолютных или относительных единицах. Исходной информацией является гистограмма распределения результатов. Методика преобразования первичных результатов испытуемых предполагает выполнение следующих операций:

1. определение медианы ( $med$ ) исходного распределения;
2. решение уравнения  $(med / M)^x = 0,5$ , где  $0,5$  – относительное значение медианы преобразованного распределения. Тогда  $x = \log_{med/M} 0,5 = \log(0,5) / \log(med / M)$ .
3. вычисление значения преобразованного балла испытуемых по формуле  $m' = M(m / M)^x$ .

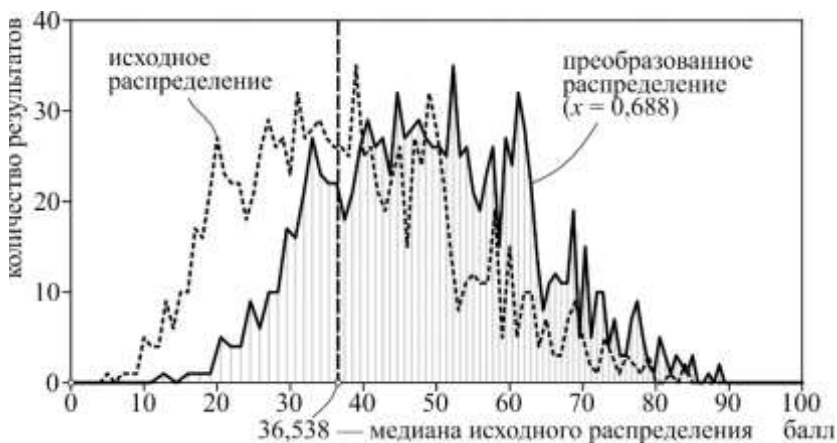


Рис. 2. Преобразование распределения результатов ФИЭБ за 2016-2019 гг. по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

На рис. 2 представлено исходное и преобразованное распределения результатов ФИЭБ по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника. Для построения распределения использованы данные за 2016-2019 гг. Количество обработанных результатов составило 1106. Медиана исходного распределения равна 36,538 баллов. Рассчитанный показатель степени для данного распределения  $x = \log(0,5) / \log(0,36538) = 0,688$ . Это значение используется при коррекции индиви-

дуальных результатов студентов. Так, если исходный результат студента равен 40 первичным баллам, то его итоговый результат составит  $100(40 / 100)^{0,688} = 53,2$  балла.

Предлагаемая математическая модель при оценке индивидуальных результатов тестирования студентов использует степенную функцию для сдвига распределения в область более низких или высоких баллов. При этом нулевой и максимальный балл исходного распределения не изменяется. Применение представленной математической модели позволит учитывать в анализе результатов ФИЭБ латентные факторы, влияющие на итоговый результат ФИЭБ каждого студента, и достоверно определять уровень обученности определенной выборки студентов.

#### *Список литературы*

1. Федеральный интернет-экзамен для выпускников бакалавриата: направления совершенствования и перспективы развития / В. А. Болотов, В. Г. Наводнов, В. В. Пылин и др. // Высшее образование сегодня. – 2016. – № 11. – С. 4-11.
2. Крокер, Л. Введение в классическую и современную теорию тестов: учеб. / Л. Крокер, Дж. Алгина; под общ. ред. В. И. Звонникова, М. Б. Чельшковой. – М.: Логос, 2010. – 668 с.

#### **A MATHEMATICAL MODEL OF EVALUATION OF RELATIONSHIP BETWEEN THE LEVEL OF STUDENTS' TRAINING AND THE DEGREE OF TASKS DIFFICULTY IN THE ANALYSIS OF THE FIEB RESULTS**

*Vinokurov Alexander Ivanovich, Navodnov Vladimir Grigoryevich,  
Volga State University of Technology, Russia, Yoshkar-Ola*

*Orlov Alexander Igorevich  
Mari State University, Russia, Yoshkar-Ola*

*Chernova Elena Pavlovna  
Research Institute of education quality monitoring*

*The possibility and relevance of using a mathematical model of evaluation of relationship between the level of students' training and the degree of tasks difficulty in the analysis of the FIEB results are presented in the article.*

**Keywords:** *FIEB, a mathematical model of evaluation of relationship between the level of students' training and the degree of tasks difficulty, model by Rasha.*