

**Фаткуллин Николай Юрьевич,**

**Шамшович Валентина Федоровна**

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

[shamshovich@mail.ru](mailto:shamshovich@mail.ru)

## **РЕШЕНИЕ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ МЕТОДАМИ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ**

*Аннотация.* Обсуждается необходимость реализации дополнительных средств мониторинга образовательного процесса при внедрении балльно-рейтинговой системы как эффективного инструментария контроля качества образования. Описывается методика, которая реализует комплексный подход к оценке знаний студента и позволяет осуществить прогноз успешности его обучения.

*Ключевые слова:* балльно-рейтинговая система, качество, тестирование, мониторинг.

*Дисциплины:* педагогика, математика.

Рейтинговая система оценки знаний студентов — одна из широко распространенных форм контроля качества образования в высших учебных заведениях. Ее основу составляет, как правило, банк заданий теоретического и практического содержания. Существующие государственные стандарты образования детально прописывают содержание курса дисциплины «Математика» для каждой специальности, что позволяет сформировать тесты, отвечающие заданным нормативам подготовки дипломированных специалистов.

Результаты тестирования студентов достаточно четко и оперативно представляют данные о состоянии образовательного процесса и его качестве, т.к. тестовая форма свободна от фактора субъективизма со стороны преподавателя. В то же время итоговые цифры не раскрывают полноты картины образовательного процесса. Необходимо учитывать и такие показатели, которые часто носят латентный характер — динамика качества образования, методичность и регулярность обучения со стороны студента. В качестве иллюстрации приведем данные о тестировании студентов первого курса по математике, включающем в себя входной контроль и два теста по материалу первого семестра. В первом случае (рис.1, ряд 1), очевидно, присутствует положительная динамика образовательного процесса, т.к. большинство студентов улучшили показатели теста 1 по сравнению с тестом входного

контроля. Во втором случае (рис.1, ряд 2), показатели успеваемости несколько понизились. Более того, в отдельных случаях можно наблюдать «зеркальное отображение» результатов. Возможными причинами могут в данном случае являться: большой объем информации, требуемый к усвоению, сложность материала. В то же время, возможной причиной может являться и сложность предлагаемого теста, что говорит о необходимости его модернизации.

Таким образом, внедрение балльно-рейтинговой системы как эффективного инструментария контроля качества образования требует реализации дополнительных средств мониторинга образовательного процесса. Фактически задача оценки знаний студента — задача многокритериальная, т.к. один и тот же результат в сводном рейтинге может быть получен в результате различных мотиваций и усилий со стороны обучающегося. Выявление этих особенностей позволяет эффективно воздействовать на процесс и результаты обучения.

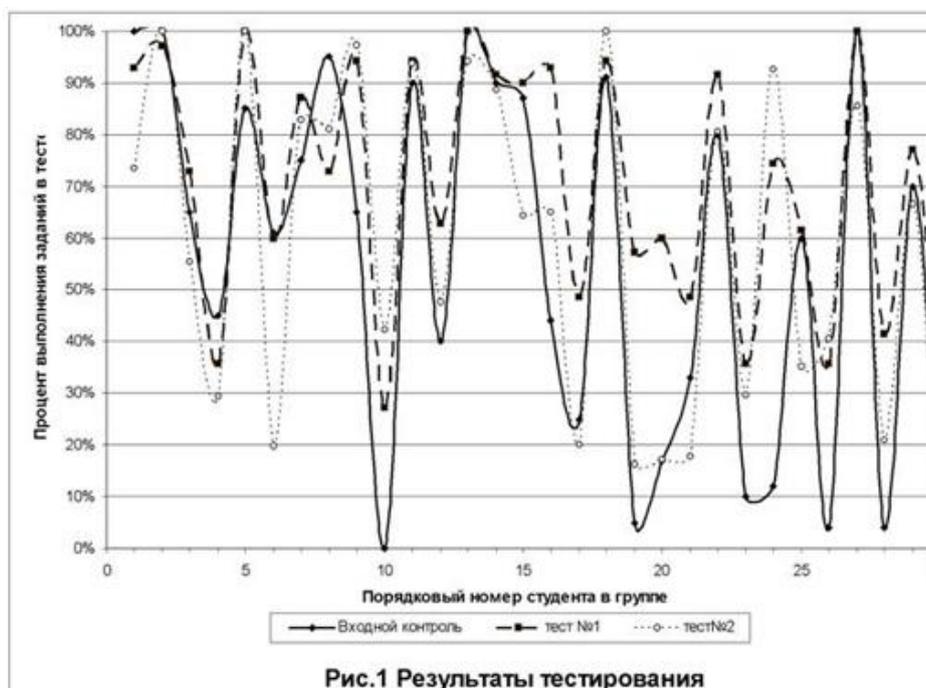


Рис.1 Результаты тестирования

Поэтому в дальнейшем будем рассматривать задачу многокритериальной оптимизации на конечном множестве объектов (студенты группы, курса), характеризуемых рядом параметров  $(x_1, x_2, \dots, x_k) = \vec{x}$ .

Под задачей многокритериальной оптимизации в данном случае понимается выделение наилучшего по нескольким критериям объекта (или множества объектов) исходного множества, при этом все остальные объекты автоматически будут оценены по тем же критериям. Элементы  $x_i$  есть оценки объекта по частным критериям  $f_i$ , образующим в

совокупности обобщенный (векторный) критерий  $\vec{F} = (f_1, f_2, \dots, f_k)^T$ . Таким образом, каждому альтернативному объекту  $\vec{x}$  ставится в соответствие векторная оценка  $\vec{f}(\vec{x})$ .

Отметим, что в данной постановке вопроса возможно формирование рейтинговой системы, выявляющей не только «самого успевающего» по формальному признаку, но и «самого мотивированного», «динамичного в развитии» и пр. Выделение подобных групп позволяет выявить скрытый потенциал в группе обучающихся, составить прогнозные оценки, т.е. не фиксировать ситуацию по факту, а воздействовать на ее развитие с целью получения наибольшего эффекта от процесса обучения.

В общем случае оптимумом по векторному критерию считают множество Парето, а точки, в которых они реализуются — эффективными точками. Выделение множества Парето является первым этапом решения задачи многокритериальной оптимизации. На следующем этапе необходимо произвести дальнейшее упорядочение объектов с помощью специальных методов.

Очевидно, что описание сложного, разнопланового объекта — человека, невозможно без определенной нечеткости, неопределенности в суждениях, характеристик, носящих расплывчатый характер: «лучше», «хуже», «желательно», «возможно», — т.е. словесных градаций качества с присущей лингвистической полиморфностью языка. Данные критерии не слабее количественных, т.к. в некотором смысле они более универсальны и позволяют избегать точных, а следовательно, и неверных выводов в тех ситуациях, когда нельзя однозначно указать точки, определяющие границы хорошего и плохого качества.

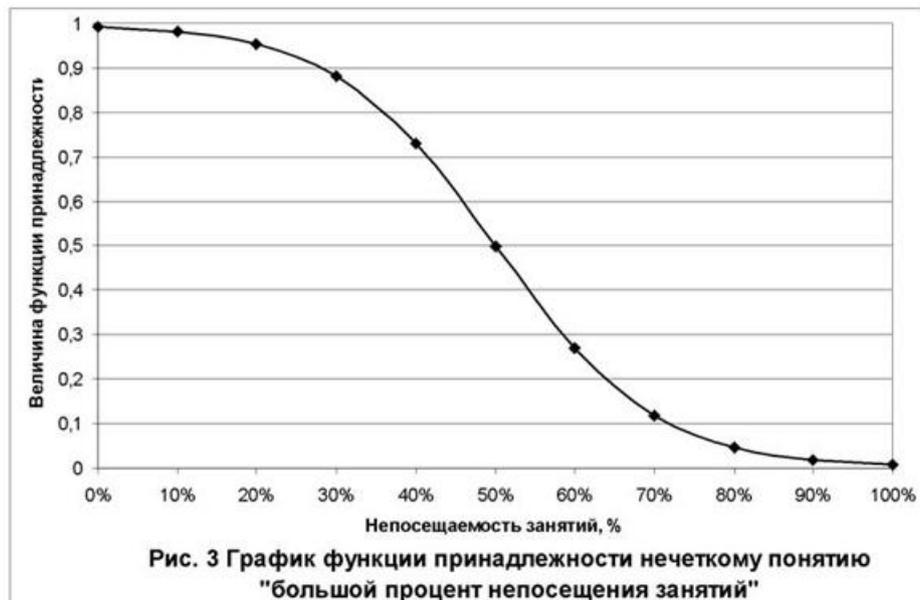
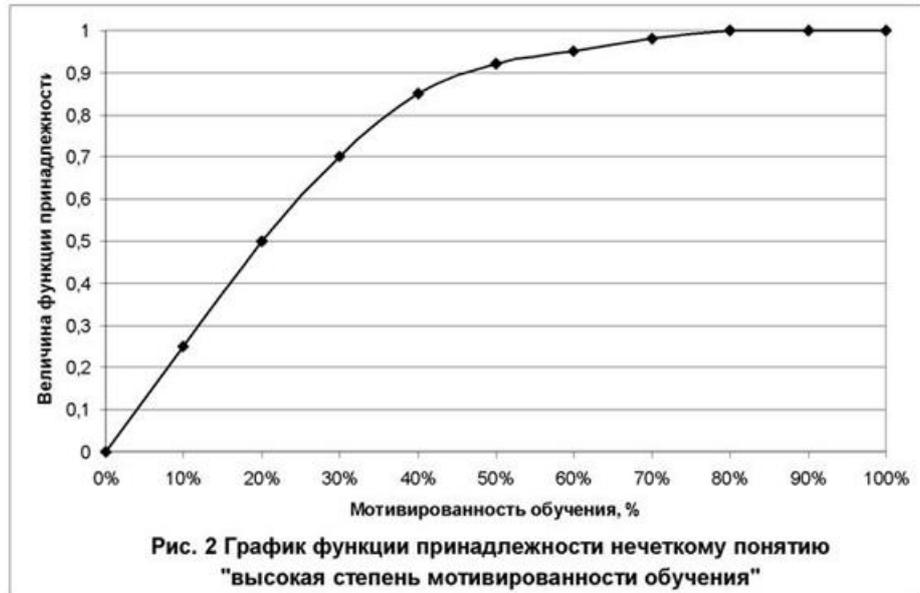
В решении подобных задач особой эффективностью обладают алгоритмы теории нечетких множеств. В формальной записи рассмотрим конечное множество объектов  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ , качество которых оценивают по совокупности нечетких критериев  $G_1, G_2, \dots, G_k$ , причем каждый критерий выделяет на множестве  $Y$  нечеткое подмножество  $Y_k$ , определяемое соответствующей функцией принадлежности  $\mu_k(y) = \mu_{G_k}(y)$ ,  $y \in Y$ . Требуется из множества  $Y$  выбрать один или несколько объектов, являющихся наилучшими по данному набору критериев оптимизации.

Одной из основных задач на практике является выбор или построение путем аппроксимации соответствующих функций принадлежности. В рассматриваемой задаче можно решать ее исходя из смыслового характера критериев.

Понятие «мотивированность обучения», характеризуемая минимальной вариативностью результатов тестирования, может представляться экспоненциальной функцией принадлежности (рис.2). Понятие «неудовлетворительная посещаемость» вполне адекватно может отражать сигмоидальная функция принадлежности, наиболее наглядно представляющая пороговое значение критерия при переходе от наилучшего качества к наихудшему (рис.3). Построение функции принадлежности к нечеткому множеству, формируемому по данным социологических опросов студентов, например, «доступность излагаемого материала», можно производить на основе предварительной нормировки и ранжирования данных с последующей их аппроксимацией. Следующим этапом является процедура нахождения оптимального решения, т.е. необходимо определить выбор вида свертки частных критериев в общий критерий и произвести его обоснование.

На практике выбор формулы обобщенного критерия существенно зависит от исходных требований, предъявляемых к выбору. Так, если вариант должен быть исключен из рассмотрения, когда он исключается хотя бы по одному из критериев, необходимо использовать формулу свертки вида  $\mu = \sqrt[n]{\mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \dots \cdot \mu_n}$ .

В ситуации же, когда решение принимается на основе большого числа критериев, приемлемым можно считать и вариант решения, при котором он не будет отвергнут при низких показателях по одному-двум критериям и высоких показателях по другим критериям.



В таком случае более разумным очевидно будет считаться применение компромиссной формы свертки (например, аддитивной с использованием соответствующих весовых коэффициентов, варьируемых в зависимости от важности критериев в том или ином аспекте). При этом согласно теории нечетких множеств, максимальному значению  $m$  соответствует наилучший при выделенных критериях объект исходного множества.

Таким образом, данная методика реализует комплексный подход к оценке знаний студента и позволяет осуществить прогноз успешности его обучения на основе проявления неявных тенденций в данном процессе обучения.