

УДК 004.9 + 517.2  
ББК 22.161.6

## ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА МЕТОДОМ АНАЛИЗА КОНЕЧНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>1</sup>

Блюмин С.Л.<sup>2</sup>, Боровкова Г.С.<sup>3</sup>,  
Сысоев А.С.<sup>4</sup>

*(Липецкий государственный технический университет, Липецк)*

*Описывается методика анализа конечных изменений для оценки эффективности деятельности профессорско-преподавательского состава университета. Приводится численный пример.*

Ключевые слова: анализ деятельности, профессорско-преподавательский состав, анализ конечных изменений.

### **Введение**

В режиме постоянно меняющихся социально-экономических условий жизнедеятельности российского общества необходимо постоянно модернизировать различные структуры. Современное образование должно отвечать международным требованиям и отличаться качественным подходом к процессу обучения. Уровень компетентности и заинтересованности сотрудников, осуществля-

---

<sup>1</sup> Работа поддержана Министерством образования и науки Российской Федерации в рамках перечня научно-исследовательских работ базовой части государственного задания, проект № 970.

<sup>2</sup> Семен Львович Блюмин, доктор физико-математических наук, профессор, (sabl@lipetsk.ru).

<sup>3</sup> Галина Сергеевна Боровкова, ассистент кафедры прикладной математики (haligh@rambler.ru).

<sup>4</sup> Антон Сергеевич Сысоев, ассистент кафедры прикладной математики (anton\_syssoyev@mail.ru).

ющих образовательный процесс, может быть рассмотрен как показатель качественного высшего образования. Одним из возможных подходов к оценке компетентности преподавателя является набирающая в настоящее время популярность рейтинговая система [3]. Рейтинги считают для каждого сотрудника вуза, кафедры, факультета, института, университета.

Кадровый потенциал современного вуза должен отражать не только подготовленность преподавателей к выполнению своих образовательных функций в настоящий момент, но и совокупность их возможностей в долгосрочной перспективе — с учетом научной и педагогической квалификации, уровня мотивации, возраста, практического опыта, деловой активности, профессиональной мобильности и качества деятельности, в том числе ее результативности и инновационности. Кроме того, педагогическая деятельность относится к творческому виду деятельности, где возможны различные варианты оценки ее результативности, эффективности и качества.

В связи с этим существует большое количество подходов к построению оценочных моделей, которые отличаются друг от друга, и порой весьма существенно, как по методологическим основаниям, так и по процедурам практической реализации.

Актуальной является задача разработки метода анализа влияния изменений результатов того или иного направления работы сотрудников кафедры на рейтинг кафедры в целом. Решению этой задачи посвящена следующая работа.

## **1. Анализ конечных изменений. Цель и задачи**

Наиболее популярной формой оценки изменения величины в классическом математическом анализе является разность или приращение (аддитивный различитель):  $\Delta = a - b$ . Причем, центральная абстракция математического анализа – понятие бесконечности, в частности, бесконечно малые приращения аргументов функций в предельном переходе при вычислении производных. Однако такое использование бесконечности противоречит реальным процессам, приращения параметров в которых могут

быть хоть и малы, но конечны.

Определим вектор начальных состояний некоторой системы  $x^0 = (x_1^0, \dots, x_n^0)$ , а также вектор значений ее конечных состояний  $x = (x_1, \dots, x_n)$ . Тогда классический аддитивный различитель определяется операцией, обратной к сложению, – вычитанием – следующим образом  $\Delta x = x - x_0$ .

Функция  $\psi(x)$ , удовлетворяющая условию  $\Delta f = \psi(\Delta x)$ , является аддитивным гомоморфизмом функции  $f$  в поле действительных чисел, удовлетворяет первому функциональному уравнению Коши [1] и имеет структуру:

$$(1) \quad \psi(x_1, \dots, x_n) = \sum_{i=1}^n k_i \cdot x_i.$$

Модель (1) есть решение основной простейшей задачи классического аддитивного (ньютоновского) различительного исчисления – поиска зависимости аддитивного различителя функции от аддитивных различителей ее аргументов.

Под анализом конечных изменений понимают анализ функций, описывающих динамику различных экономических, социальных, технических систем и технологических процессов, основанный на конечном различительном исчислении, с целью выявления влияния конечных изменений значений аргументов (факторов) на конечное изменение значения функции (показателя) [5]. Истоки анализа конечных изменений лежат в экономическом факторной анализе [2].

Рассмотрим модель  $f(x_1, \dots, x_n)$ , характеризующую динамику показателя некоторой системы или процесса. В начальный момент своего функционирования параметры системы имели значения  $x_1^0, \dots, x_n^0$ , показатель –  $f(x_1^0, \dots, x_n^0)$ , состояние системы изменилось, параметры претерпели изменения и получили значения  $x_1, \dots, x_n$ , показатель –  $f(x_1, \dots, x_n)$ .

В классическом математическом анализе существует функция  $\psi(x)$ , имеющая структуру (1). Это – теорема Лагранжа о конечных приращениях (средней точке, промежуточной точке):

$$(2) \quad \Delta f(x) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial f(x + \alpha \cdot \Delta x)}{\partial x_i} \Delta x_i.$$

Частные производные по факторам модели (2) носят название коэффициентов факторного влияния, и указывают на тот вклад, который вносит конечное приращение соответствующего фактора в конечное приращение показателя. Оценивая эти коэффициенты, можно построить систему рекомендаций по функционированию изучаемой системы или процесса.

## **2. Анализ конечных изменений над классом дробно-рациональных функций специального вида**

Рассмотрим класс дробно-рациональных функций специального вида:

$$(3) \quad f(x) = a + \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K b_{km} \sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=2}^I x_{ijkm}}{x_{1jkm}} + c,$$

где  $a, b, c = \text{const.}$

Частные производные по аргументам модели (3) имеют вид:

– по аргументам  $x_{1jkm}$ :

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_{1jkm}} = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K b_{km} \sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=2}^I x_{ijkm}}{x_{1jkm}^2};$$

– по аргументам  $x_{ijkm}$  ( $i > 1$ ):

$$\frac{\partial f(x)}{\partial x_{ijkm}} = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K b_{km} \sum_{j=1}^J \frac{1}{x_{1jkm}^2}.$$

Пусть аргументы модели (3)  $x_{ijkm}$  получили конечные приращения и приняли значения  $x_{ijkm} + \Delta x_{ijkm}$ , тогда функция  $f(x)$  также получила приращение и приняла значение  $f(x + \Delta x)$ . Значит, конечное изменение функции (3) можно оценить как:

– с одной стороны

$$(4) \quad \Delta f(x) = f(x + \Delta x) - f(x) = \\ = \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K b_{km} \sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=2}^I x_{ijkm} + \Delta x_{ijkm}}{x_{1jkm} + \Delta x_{1jkm}} - \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^K b_{km} \sum_{j=1}^J \frac{\sum_{i=2}^I x_{ijkm}}{x_{1jkm}},$$

– с другой стороны, согласно теореме Лагранжа (2)

$$(5) \quad \Delta f(x) = \sum_{t=1}^{M \cdot K \cdot J \cdot I} \frac{\partial f(x)}{\partial x_{ijkm}} (x_{ijkm} + \alpha_t \cdot \Delta x_{ijkm}) \cdot \Delta x_{ijkm}.$$

Приравнивая выражения (4) и (5) и решая полученное уравнение относительно  $\alpha$ , получим:

$$(6) \quad \alpha_t = \frac{\sqrt{x_{1jkm}(x_{1jkm} + \Delta x_{1jkm})} - x_{1jkm}}{\Delta x_{1jkm}}.$$

Значения частных производных в правой части модели (5) есть ни что иное, как коэффициенты факторного влияния, показывающие ту долю, которую конечное изменение соответствующего аргумента (фактора) внесло в конечное изменение функции (показателя).

### 3. Методика оценки рейтинга ППС

Существует множество способов расчета рейтинга преподавателей, кафедр, факультетов и институтов университета [4]. Метод анализа конечных изменений может быть полезен, например, для решения задачи выявления наиболее значимых с точки зрения приращения рейтинга кафедры направлений деятельности преподавателей с целью их дальнейшей интенсификации.

Рассмотрим модель вычисления оценки, применяемой для ежегодного построения рейтинга структурных подразделений в ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»:

$$\begin{aligned}
 (7) \quad R_K = & \sum_{m=1}^M \beta_m \left( \sum_{i=1}^{n_{1m}} \alpha_i \frac{x_{ij}}{x_{imax}} + \right. \\
 & + \sum_{i=n_{1m}+1}^{n_{1m}+n_{2m}} \alpha_i \frac{\frac{x_{ij}}{S_{PPSj}}}{\left[ \frac{x_{ij}}{S_{PPSj}} \right]_{max}} + \\
 & \left. + \sum_{i=n_{1m}+n_{2m}+1}^{n_m} \alpha_i \frac{\frac{x_{ij}}{S_{PRj}}}{\left[ \frac{x_{ij}}{S_{PRj}} \right]_{max}} \right),
 \end{aligned}$$

где  $R_K$  – рейтинг кафедры, в баллах;

$\alpha_i$  – весовой коэффициент для  $i$ -го показателя результативности;

$x_{ij}$  – значение  $i$ -го показателя результативности  $j$ -ой кафедры, в единицах измерения;

$x_{imax}$  – максимальное значение  $i$ -го показателя результативности для кафедр из данной группы;

$S_{PPSj}$ ,  $S_{PRj}$  – соответствующий нормирующий делитель  $j$ -ой кафедры;

$\left[ \frac{x_{ij}}{S_{PPSj}} \right]_{max}$ ,  $\left[ \frac{x_{ij}}{S_{PRj}} \right]_{max}$  – максимальное значение отношения  $i$ -го показателя к соответствующему нормирующему делителю кафедры в данной группе;

$n_m, n_{1m}, n_{2m}, n_{3m}$  – общее количество показателей результативности  $m$ -го направления деятельности кафедры (группы), количество ненормируемых показателей в  $m$ -ой группе, количество показателей в  $m$ -ой группе с нормирующим делителем  $S_{PPSj}$ , количество показателей в  $m$ -ой группе с нормирующим делителем  $S_{PRj}$  соответственно;

$M$  – количество учитываемых в рейтинге направлений работы кафедры ( $M=8$ );

$\beta_m$  – коэффициент значимости для  $m$ -го направления работы кафедры. Устанавливается ежегодно приказом ректора.

Данная модель может быть применена для построения рейтинга как выпускающей, так и невыпускающей кафедры, но такие рейтинги строятся отдельно. Показатели, участвующие в модели, определяют как направления работы кафедры по реализации рабочих программ и профориентационной работе (независимые напрямую от индивидуальной работы сотрудников), так и направления научной и научно-методической работы преподавателей. При этом, преподаватели рассматриваются в четырех категориях – ассистенты, старшие преподаватели, доценты и профессора. Показатели могут иметь некие весовые коэффициенты и нормирующие множители также по различным категориям.

Путем переобозначения модель (7) может быть преобразована к виду (3), и над ней может быть произведен анализ конечных изменений с целью выявления показателей, вносящих наибольший вклад в конечное изменение общего рейтинга кафедры.

#### **4. Численные примеры. Обсуждение результатов**

В целях изучения особенностей практического применения модели (7) к задаче построения рейтинга кафедры прикладной математики ЛГТУ рассмотрим некоторые фрагменты результатов, полученных на реальных данных. Выберем пять преподавателей с результатами деятельности по пяти показателям за 2012 и 2013 календарный годы. Фамилии преподавателей зашифрованы: 191, 198, 199, 200, 433; коды показателей: 4.4.2 – количество цитирований в базе Scopus, 4.4.3 – количество цитирований в базе РИНЦ, 4.4.4 – количество статей, изданных в научной периодике, индексируемой в базе Web of Science, 5.4.2 – доклады на всероссийских научных конференциях и семинарах, 5.4.4 – доклады на университетских научных конференциях и семинарах. Исходные данные представлены в таблице 4. Маркеры 12 и 13 обозначают соответствующие значения показателей и рейтинга в 2012 г. и в 2013 г.

Рассматривая рейтинг кафедры, построенный для указанных пяти преподавателей, произведем анализ конечных изменений с целью выявления вклада каждого из направлений деятельности

Таблица 1. Фрагмент исходных данных для анализа

Показатель	4.4.2		4.4.3		4.4.4		5.4.2		5.4.4		Рейтинг	
Сотрудник	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13
191	1	1	0,5	3	7	6,2	2	3	4	2	1,12	1,57
198	6,6	2	1	16	9	9	5	1	1	1	1,54	1,94
199	0,5	5	24	3	6	1	1	6	5	0,5	0,69	1,89
200	2	0,5	1	1	11	11	6	2	1	3	1,91	1,8
433	1,6	3	5	16	3,5	2	4	5	3	1,5	1,11	2,36
Максимум	14	7	27	22	20	17	17	7	7	4		

кафедры в изменение рейтинга. Графически такой результат удобно представить в виде круговой диаграммы. Рисунок 1 может быть использован для анализа результатов работы кафедры за отчетный год и построения плана работы на следующий.

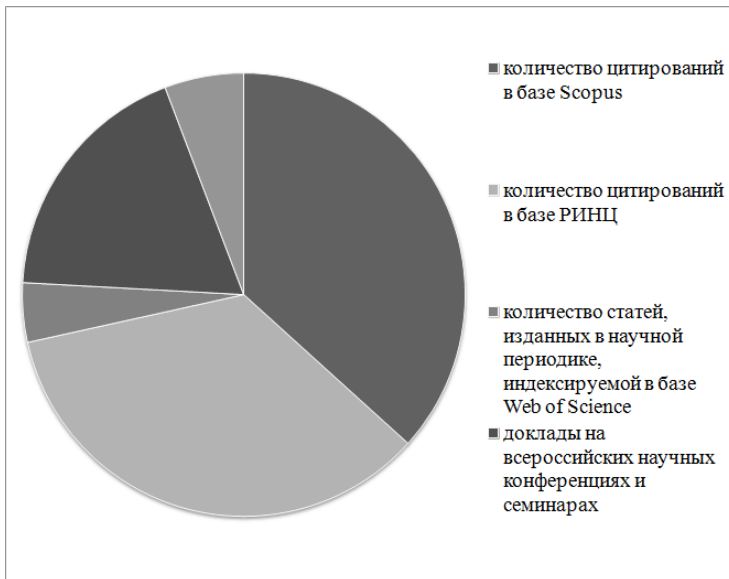


Рис. 1. Пример результатов анализа конечных изменений



## 5. Заключение. Выводы

Предлагаемый подход к оценке деятельности профессорско-преподавательского состава вуза может быть рассмотрен и с ракурса участия каждого из сотрудников в формировании рейтинга кафедры, факультета, университета в целом. Практическая значимость состоит в выработке системы рекомендаций по управлению структурным подразделением, возможному премированию сотрудников, выявлению слабых сторон работы кафедры.

### Литература

1. АЦЕЛ Я., ДОМБР Ж. *Функциональные уравнения с несколькими переменными*. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с.
2. БЛЮМИН С.Л., СУХАНОВ В.Ф., ЧЕБОТАРЕВ С.В. *Экономический факторный анализ: Монография*. – Липецк: ЛЭГИ, 2004. – 148 с.
3. ВАСИЛЬЕВА Е.Ю., ГРАНИЧИНА О.А., ТРАПИЦЫН С.Ю. *Рейтинг преподавателей, факультетов и кафедр в вузе: Методическое пособие*. – СПб.: Изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. – 159 с.
4. РЯБОВА Т.М. *Оценка профессиональной деятельности профессорско-преподавательского состава вузов в условиях модернизации высшего образования: автореф. дис. ... канд. соц. наук*. – Москва, 2011. – 23 с.
5. СЫСОЕВ А.С. *Моделирование и оптимизация систем с переменной структурой методами идемпотентной математики и анализа конечных изменений: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18*. – Воронеж, 2014. – 129 с.

## ESTIMATE OF TEACHING STAFF' ACTIVITY USING ANALYSIS OF FINITE FLUCTUATION

**Semen Blyumin**, Lipetsk State Technical University, Lipetsk,  
Doctor of Science, professor (sabl@lipetsk.ru).

**Galina Borovkova**, Lipetsk State Technical University, Lipetsk, assistant lecturer (haligh@rambler.ru).

**Anton Sysoev**, Lipetsk State Technical University, Lipetsk, assistant lecturer (anton\_syssoyev@mail.ru).

*Abstract: Methodology of analysis of finite fluctuations for estimating efficiency of teaching staff' activity is under consideration. The numerical example is given.*

**Keywords:** analysis of activity, teaching staff, analysis of finite fluctuations.