

Управление деятельностью профессорско-преподавательского состава: моделирование и прогнозирование показателей рейтинговой системы

Оксана С. Логунова,	¹	logunova66@mail.ru
Елена А. Ильина,	¹	dar_nas@mail.ru
Валентина В. Королева,	²	taisa_67@mail.ru
Айгуль У. Ахметова	¹	msrti@mail.ru

кафедра вычислительной техники и программирования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,

¹ ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия

² кафедра информатики и информационной безопасности, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова,

ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия

Реферат. В работе рассматривается проблема построения системы рейтинговых показателей для стимулирования работы профессорско-преподавательского состава высшего учебного заведения. Множество направлений деятельности преподавателя (образовательная, научная, международная и т.д.) положило основу выбора групп показателей в системе. Социальный вызов в повышении качества образовательных услуг определяет актуальность исследования в области моделирования и прогнозирования показателей, которые характеризуют работу преподавателя высшей школы. Для прогнозирования динамики структуры рейтинговых показателей в системе авторами введено понятие дрейфа и вариативности каждой группы. Использование информационного гиперкуба для структуры исходных данных позволили учесть индивидуальные особенности каждого параметра, входящего в состав математической модели для описания рейтинговых показателей. Для выполнения прогноза структуры и значений показателей рейтинговой системы авторами введено понятие дрейфа. Дрейф показателей учитывает введение новых показателей, удаление существующих показателей, перемещение показателей между группами. Авторами впервые вводится количественный показатель вариативности групп, по значению которого определяется стратегия прогнозирования в будущем периоде работы преподавателя в высшей школе. Для прогнозирования общего объема стимулирования предлагается комплексная методика, которая содержит четыре модуля: моделирование значений в пределах существующего диапазона в предыдущем периоде; моделирование значений нового показателя на основе введенных допущений с использованием генератора случайных чисел; исключение диапазона значений удаленных показателей; моделирование новых значений на основе изучения современного тренда показателей. Наличие гибкой информационной структуры в виде гиперкуба и комплексной математической модели позволило провести вычислительный эксперимент для прогнозирования значений групповых и индивидуальных показателей. В ходе эксперимента выявлена структурная стабильность значений, которая не приводит к резкому изменению количественного соотношения между группами показателей.

Ключевые слова: управление, профессорско-преподавательский состав, рейтинговая система, модель, прогноз

Management of academic staff activity: modeling and prediction of rating system indicators

Oksana S. Logunova,	¹	logunova66@mail.ru
Elena A. Il'ina,	¹	dar_nas@mail.ru
Valentina V. Koroleva,	²	taisa_67@mail.ru
Aigul' U. Akhmetova	¹	msrti@mail.ru

¹ computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Lenin st. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia

² informatics and information security department, Nosov Magnitogorsk State Technical University, Lenin st. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia

Summary. This paper deals with the problem of constructing a system of rating indicators for stimulating the work of the academic staff in higher educational institution. Many areas of teacher activity (for example, educational, scientific, international, etc.) laid the basis of selection the groups of indicators in the system. Social challenge in improving the quality of educational services determines the relevance of research in the field of modeling and prediction of indicators which characterize the work of high school teacher. To predict the dynamics of the structure of the rating indicators in the system, the authors introduced the concept of drift and variability of each group. Using informational hypercube for the structure of input data allowed authors to take into account the individual characteristics of each parameter included in a mathematical model to describe the rating indicators. To make the prediction of the structure and values of rating system indicators the authors introduced the concept of drift. Drift of indicators takes into account the introduction of new indicators, the removal of existing indicators, and movement of indicators between the groups. In the article, authors introduced a novel quantitative indicator of group variability. The value of this indicator determines the prediction strategy of the teacher work in higher school in the future period. To predict the total amount of stimulating, the complex technique offered and it includes four modules: modeling values within the existing range in the previous period; modeling new index value based on the assumptions introduced using a random number generator; exclusion a range of values of deleted indicators; modeling new values based on the study of the modern trend of indicators. The presence of flexible information structure in the form of a hypercube and complex mathematical model allowed authors to carry out numerical simulation for predicting the values of individual and group indicators. During the experiment, the structural stability of values is detected, and it does not lead to a drastic changing of the quantitative ratio between the groups of indicators.

Keywords: administration, faculty, ranking system, model, forecast

Для цитирования

Логунова О.С., Ильина Е.А., Королева В.В., Ахметова А.У. Управление деятельностью профессорско-преподавательского состава: моделирование и прогнозирование показателей рейтинговой системы // Вестник ВГУИТ. 2016. № 4. С. 100–114. doi:10.20914/2310-1202-2016-4-100-114

For citation

Logunova O.S., Ilina E.A., Koroleva V.V., Akhmetova A.U. Management of academic staff activity: modeling and prediction of rating system indicators. *Vestnik VSUET* [Proceedings of VSUET]. 2016. no. 4. pp. 100–114. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2016-4-100-114

Введение

Развитие современной системы высшего образования требует изменения стратегического подхода в системе управления деятельностью профессорско-преподавательского состава (ППС). В связи с этим руководство российских вузов вводит новые формы управления, среди которых популярным и научно-обоснованным является введение рейтинговой системы. Рейтинговая система оценки деятельности ППС является одним из инструментов управления деятельностью в системе высшего учебного заведения. Выбор структуры показателей, входящих в рейтинговую систему, определяет стратегию и интенсификацию развития приоритетных направлений.

Анализ структуры показателей этой системы для российских и ведущих зарубежных высших учебных заведений, приведённый в [1], доказал, что набор основных групп является инвариантным и определяет основные виды деятельности ППС. Среди основных групп в ведущих российских высших учебных заведениях выделяются: образовательная деятельность, научно-исследовательская работа, международная деятельность. Как часть научно-исследовательской деятельности отдельно выделяется публикационная активность учёных, которая регистрируется и оценивается на основе показателей наукометрических систем международного и российского уровня. Достоинства и недостатки использования наукометрических показателей в системах управления и оценки деятельности ППС являются предметом научной дискуссии, но, тем не менее, остаются пока единственным инструментом для оценки результативности и востребованности итогов интеллектуального труда [2, 3].

В соответствии с внутренними нормативными документами организация устанавливается взаимосвязь между показателями рейтинговой оценки и денежными выплатами в виде дополнительных надбавок за высокие достижения в труде и высокий уровень квалификации [3, 4]. Введение надбавок иногда существенно изменяет уровень оплаты труда ППС и является эффективным стимулированием к повышению показателей деятельности ППС [5–7]. При введении надбавок до настоящего времени остаётся актуальной проблема соответствия затрат, понесённых на представление результатов, и заработной платы исследователя. По результатам анализа в [3] разрыв между

этим составляющими непрерывно возрастает. Затраты за 1 печатный лист с 2005 года по 2008 год возросли с 287 до 862 рублей, среднемесячная зарплата за этот период изменилась всего в 1,2 раза при росте количества публикаций в 3,92 раза.

В связи с этим становится актуальной проблема не только выбора структуры рейтинговой системы, но и прогнозирования полученного результата. Высшие учебные заведения с точки зрения управления являются социально-экономическим объектом. Принятие решение для таких объектов является социальным экспериментом, в ходе которого изменяются условия деятельности и благосостояние участников. Если при становлении рейтинговой системы (от 1 до 3 лет функционирования) других способов как декларативное назначение показателей не существует, то в последующие периоды способ «проб и ошибок» должен быть исключен из способов принятия решений [8–11]. На смену ему приходят методы системного анализа и математического моделирования для прогнозирования результатов в следующем периоде [12, 13].

В ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» с 2012 года в системе управления деятельностью ППС функционирует система рейтинговой оценки и стимулирования деятельности ППС. За четыре года функционирования системы сформирован набор данных, полученных в ходе «социального эксперимента», для которых систематически выполнялся анализ, позволяющий оценить состояние выбранных показателей и, соответственно, уровень развития и соответствия требованиям к высшим учебным заведениям. Результаты этого анализа, изложенные в [14, 15] позволили выявить достоинства и недостатки системы, которая функционировала в прошедший период. Для принятия решения о структуре показателей и их весомости в системе рейтинговой оценки на 2016–2017 учебный год появилась возможность работать в прогностическом режиме.

Таким образом, наличие представительного массива исходных данных и стремление к повышению жизненно важных направлений вуза определило цель исследования: повышение эффективности управления деятельностью ППС высшего учебного заведения на основе научного обоснования структуры и весомости показателей рейтинговой системы, и прогнозирования результатов будущего периода.

Математическая модель рейтинговой системы

Описание рейтинговой системы для управления деятельностью профессорско-преподавательского состава вуза выполняется с помощью математической динамической модели с дрейфующими аргументами, которая имеет вид:

$$R = \alpha \sum_{i=1}^{n_K} K_i + \beta \sum_{i=1}^{n_A} A_i, \quad (1)$$

где α, β – весовые коэффициенты, принимающие значение 0,3 и 0,7, и позволяющие выполнить усиление показателей одной из групп; K_i – группы-функции, характеризующие квалификацию ППС (группа квалификации); A_i – группы-функции, характеризующие активность ППС (группа активности); n_K, n_A – количество показателей в группах квалификации и активности в отчетном периоде соответственно.

Для образовательной организации в группе активности, как правило, определяют несколько подгрупп, связанных с основными видами деятельности: учебная, научно-исследовательская, международная и т. п. Набор подгрупп является уникальным для каждого вуза и определяется достигаемыми целями.

Каждый из $n_K + n_A$ показателей групп-функций определяется:

- дрейфом – вхождением показателя в систему рейтинга и принадлежности группе;

- количеством аргументов, их типом и формой зависимости;
- значением параметров, соответствующих каждому из показателей внутри группы.

Исходные данные для определения значения функции в заданный период представляют собой двухмерный массив записей, которые структурированы и каждая запись включает поля:

$$R_i = (Id_i, Name_i(7), E_i(n_K + n_A)), i = \overline{1, n_{year}}, \quad (2)$$

где R_i – запись массива данных, соответствующий работнику с номером i ; Id_i – идентификационный номер сотрудника; $Name_i(7)$ – массив строк для хранения сведений об i -ом сотруднике (фамилия, имя, отчество, учёная степень, должность, подразделение, укрупнённое подразделение); $E_i(n_K + n_A)$ – массив рейтинговых оценок – оного сотрудник; n_{year} – количество участников рейтинга в заданном отчётном периоде $year$. Размерность одного слоя гиперкуба $a; (n_{year}; n_K + n_A)$ является переменной в каждом отчётном периоде.

Сохранение нескольких слоёв исходных данных за отчётные периоды функционирования рейтинговой системы позволяет сохранять в динамике историю развития и изменения значения показателей рейтинговой системы. Полная структура исходных данных образует гиперкуб. Графически структура исходных данных при их накоплении за несколько отчётных периодов приведена на рисунке 1.

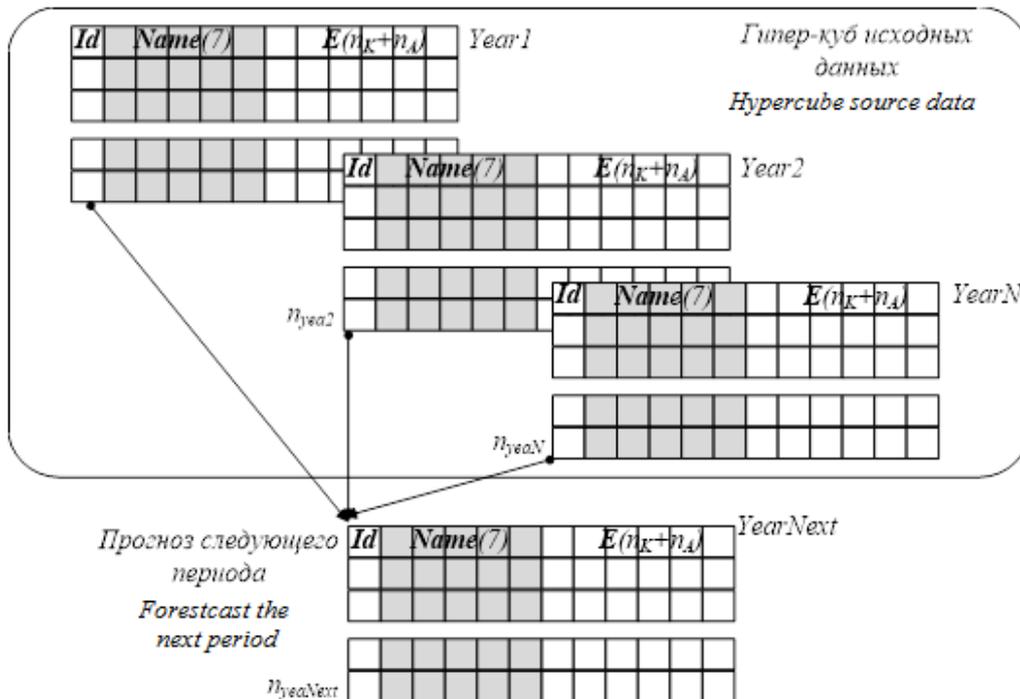


Рисунок 1. Структура исходных данных для накопления информации о рейтинговых показателях ППС

Figure 1. The structure of the input data for accumulation the information about rating indicators of the academic staff

Анализ накопленной эмпирической информации определяет эффективность функционирования системы управления деятельностью ППС, и позволяет принять эффективные решения по трансформации системы рейтинговых показателей.

Эмпирическая основа анализа эффективности структуры рейтинговых показателей

В ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

активно функционирует система управления деятельностью ППС. Одним из компонентов этой системы (с 2013 года) является введение подсистемы рейтинговой оценки достижений профессорско-преподавательского состава. В этой системе введено две основные группы: квалификация и активность (1). В основной группе активности представлено пять подгрупп, обозначение которых приведено в таблице 1.

Таблица 1.

Номенклатура групп и подгрупп системы рейтинговой оценки достижений ППС

Table 1.

Nomenclature of groups and subgroups of the academic staff achievements in the rating system

Основные группы Major groups		Подгруппа Subgroup		Примечание Note
Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment	
K	Квалификация ППС Qualification	×	×	×
A	Активность ППС Activity	A ₁	Учебная работа ППС Educational work	
		A ₂	Научно-исследовательская работа ППС Researchwork	
		A ₃	Публикационная активность ППС Publication activity	Выделена в отдельную группу в 2014 году, но оценивалась отдельно In a separate group in 2014, but was assessed separately
		A ₄	Международная деятельность International activity	Выделена в отдельную группу в 2014 году In a separate group in 2014
		A ₅	Дополнительные достижения ППС Additional achievements	В 2014 году обозначалась A ₃ In 2014 it was designated A ₃

Анализ накопленной информации за 2014 и 2015 годы проводился для выявления:

1) достижимости показателей рейтинговой системы в каждой группе, подгруппе для принятия решения о способе управления выбранным видом деятельности;

2) структурной равномерности значений оценок рейтинговой системы для принятия решений о структуре показателей в рейтинговой системе.

В результате анализа получены результаты, приведённые на рисунках 2 и 3.

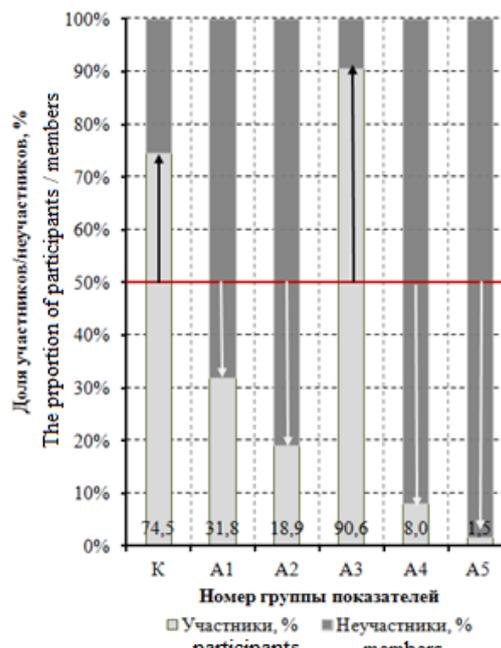
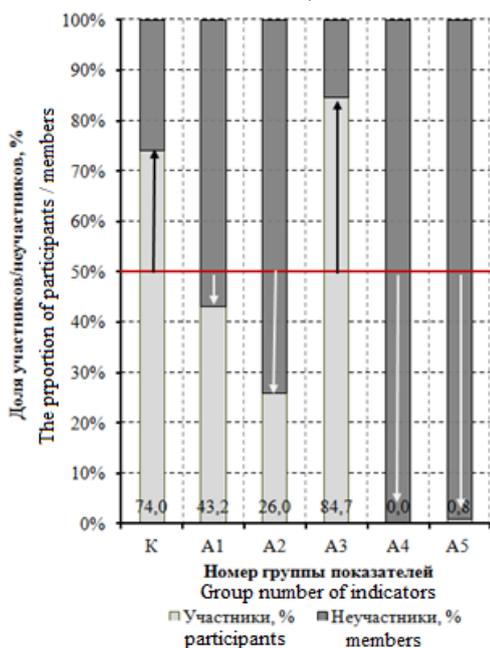
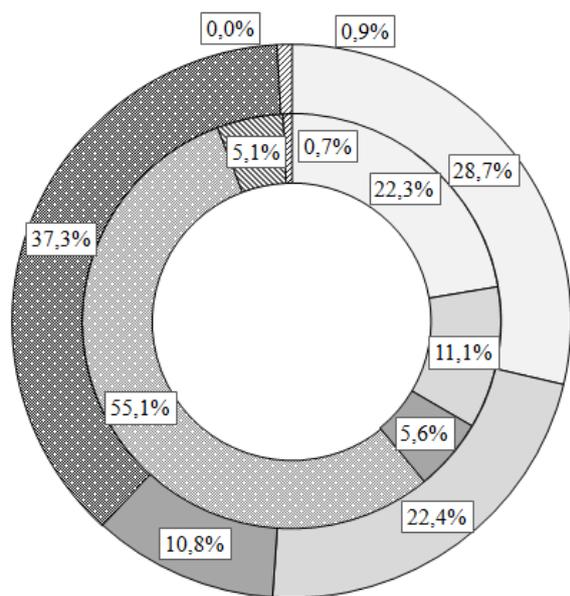


Рисунок 2. Диаграмма достижимости показателей рейтинговой системы: а – 2014 год; б – 2015 год

Figure 2. Diagram of rating system indicators reachability: a – 2014 year, b – 2015 year

Результаты, представленные на рисунке 2, показывают, что достижимость показателей по группе *K* и подгруппе *A₃* доступна более 70% от общего участников проекта, остальные показатели не достижимы для большинства ППС. Группа показателей *A₅* переназначена для узкого круга преподавателей (<1% в каждом из отчётных периодов). Направление и длина стрелок на рисунке 2 указывает направление управления процессом: снизу вверх – достижимость определяется исполнителями; сверху вниз – показатель не достижим без участия управляющих структур организации.



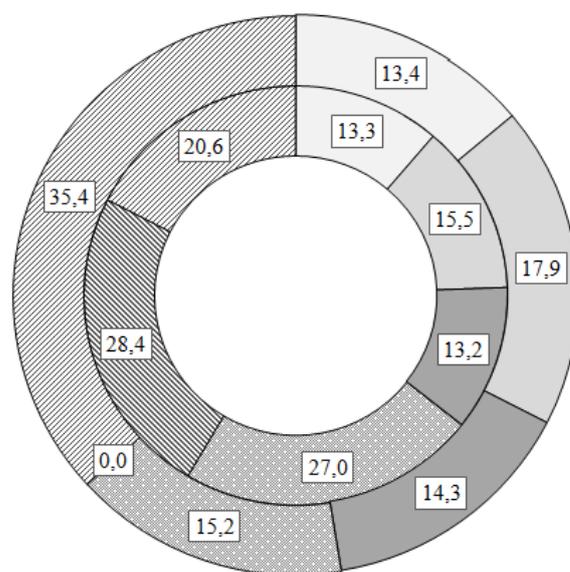
- Квалификация
Qualification
- Научная работа
Research work
- ▨ Международная деятельность
International activity

На рисунке 3 внешнее кольцо соответствует данным 2014 года, внутреннее кольцо – данным 2015 года.

При изучении структуры групповых оценок предложено две методики:

– изучение распределения суммарных баллов рейтинга без учёта количества участников (рисунок 2а);

– изучение распределения суммарных баллов рейтинга с учётом количества участников (рисунок 2б).



- Учебная работа
Educational work
- ▨ Публикационная активность
Publication activity
- ▨ Дополнительные показатели
Additional achievements

Рисунок 3. Структура групповых оценок: а – распределение баллов по группам и подгруппам; б – соотношение среднего балла в группе и по подгруппам

Figure 3. The structure of the group assessments: a – the distribution of scores by groups and subgroups; b – the ratio of the average score in the group and in subgroups

Согласно первой методике выделяются две крупные группы: квалификация (2014–28,7% и 2015–22,3%) и публикационная активность (2014–37,3%; 2015 – 37%). Однако, при учете количества участников проекта распределение баллов практически выравнивается, даже при введении новой группы показателей по международной деятельности и при дрейфе показателей между подгруппами. Таким образом, с точки зрения достижимости и сбалансированности показателей представленная система является эффективной.

Однако, при планировании управления деятельностью ППС в следующем периоде необходимо выполнить достоверное прогнозирование результата, учитывая, что фактически производится социальный эксперимент, определяющий уровень обеспеченности высокоинтеллектуальной группы работников. При прогнозировании результата следующего периода необходимо учитывать дрейф показателей, вид функциональной зависимости каждого показателя и вариативность параметров каждой составляющей в функции (1).

Дрейф и стратегия прогнозирования

Соответствие показателей рейтинговой системы изменяющимся требованиям к организациям, ведущим образовательную деятельность, приводит к дрейфу показателей в системе рейтинговых показателей. Под дрейфом показателей в рамках работы авторы понимают: образование новых групп и подгрупп; введение новых

показателей; объединение показателей; разделение показателей; перемещение показателей между подгруппами. На рисунке 4 приведена траектория дрейфа рейтинговых показателей, которые использовались в системе управления деятельностью ППС, за период 2014 и 2015 года, а также перспективная траектория 2016 года для прогнозирования результата.

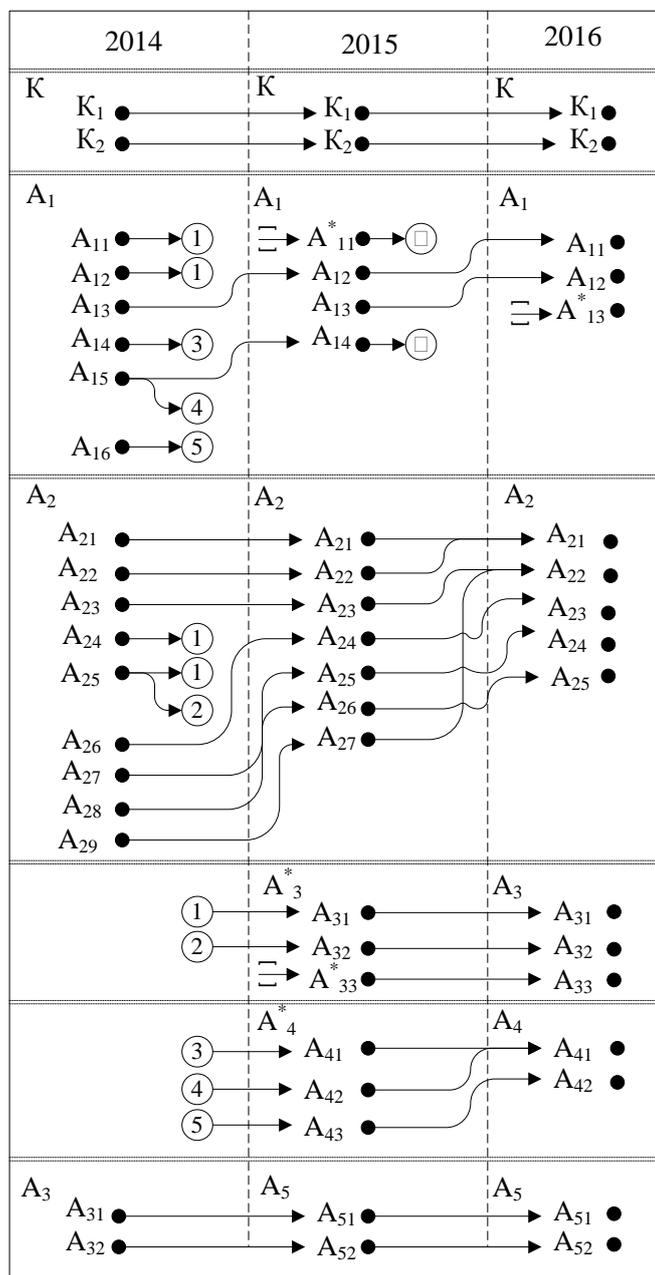


Рисунок 4. Схема дрейфа показателей рейтинга за период 2014–2016 годы. * – новый показатель; ⊗ – показатель прекратил своё действие

Figure 4. The diagram of rating indicator drifts in the period of 2014-2016 years. * – new indicator; ⊗ – indicator has stopped its effect

В таблице 2 приведена номенклатура обозначения и назначения показателей, указанных на рисунке 4.

Номенклатура обозначений показателей рейтинговой системы

Таблица 2.

Table 2.

Nomenclature of designation the rating system indicators

2014 год		2015 год		2016 год	
Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment
Группа К Group K					
K_1	Наличие ученой степени Academic degree	K_1	Наличие ученой степени Academic degree	K_1	Наличие ученой степени Academic degree
K_2	Наличие ученого звания The presence of academic rank	K_2	Наличие ученого звания The presence of academic rank	K_2	Наличие ученого звания The presence of academic rank
Группа А Group A					
Подгруппа А ₁ Subgroup A ₁					
A_{11}	Подготовка учебных изданий с грифом Preparation of textbooks with a signature stamp	A_{11}	Победители конкурса учебных изданий The winners of the competition of textbooks	A_{11}	Регистрация электронных изданий Registration of electronic media
A_{12}	Подготовка учебных пособий Training manuals	A_{12}	Регистрация электронных изданий Registration of electronic media	A_{12}	Регистрация программ в Информрегистре Register programs Informregistr
A_{13}	Регистрация электронных изданий Registration of electronic media	A_{13}	Регистрация программ в Информрегистре Register programs Informregistr	A_{13}	Освоение On-line курсов Development of On-line Courses
A_{14}	Чтение лекций на иностранном языке Lectures in foreign language	A_{14}	Чтение лекций в вузах РФ по приглашению Lecturing in the Russian Federation at the invitation of universities	×	×
A_{15}	Чтение лекций в вузах по приглашению Lecturing at the invitation of universities in	×	×	×	×
A_{16}	Участие в международном образовательном проекте Participation in the international educational project	×	×	×	×
Подгруппа А ₂ Subgroup A ₂					
A_{21}	Участие в хозяйственной работе Participation in the work of economic contracts	A_{21}	Участие в хозяйственной работе Participation in the work of economic contracts	A_{21}	Участие в хозяйственной работе, госконтракте, гранте Participation in the work of economic contracts, state contracts, grant
A_{22}	Участие в госконтракте или гранте Participation in state contracts, or grant	A_{22}	Участие в госконтракте или гранте Participation in state contracts, or grant	A_{22}	Участие в зарубежной НИР, в международной научной работе Participation in foreign research, international scientific project
A_{23}	Участие в зарубежной НИР Participation in foreign research	A_{23}	Участие в зарубежной НИР Participation in foreign research	A_{23}	Получение патента на изобретение Obtaining a patent for an invention
A_{24}	Издание научной монографии The publication of scientific monographs	A_{24}	Получение патента на изобретение Obtaining a patent for an invention	A_{24}	Получение свидетельства на полезную модель Obtaining a certificate for a utility model

2014 год		2015 год		2016 год	
Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment	Обозначение Designation	Назначение Appointment
A ₂₅	Публикационная активность Publication activity	A ₂₅	Получение свидетельства на полезную модель Obtaining a certificate for a utility model	A ₂₅	Получение свидетельства на программу для ЭВМ Obtaining a certificate on a computer program
A ₂₆	Получение патента на изобретение Obtaining a patent for an invention	A ₂₆	Получение свидетельства на программу для ЭВМ Obtaining a certificate on a computer program	×	×
A ₂₇	Получение свидетельства на полезную модель Obtaining a certificate for a utility model	A ₂₇	Участие в международном научном проекте Participation in international research projects	×	×
A ₂₈	Получение свидетельства на программу для ЭВМ Obtaining a certificate on a computer program	×	×	×	×
A ₂₉	Участие в международном научном проекте Participation in international research projects	×	×	×	×
Подгруппа A ₃ Subgroup A ₃					
A ₃₁	Организация персональных выставок The organization of personal exhibitions	A ₃₁	Количество статей в РИНЦ за отчетный период с учетом статуса The number of articles in the RISC for the reporting period based on the status of	A ₃₁	Количество статей в РИНЦ за отчетный период с учетом статуса The number of articles in the RISC for the reporting period based on the status of
A ₃₂	Подготовка профессиональных спортсменов Preparation of professional athletes	A ₃₂	Значение индекса Хирша The value of the Hirsch index	A ₃₂	Значение индекса Хирша The value of the Hirsch index
×	×	A ₃₃	Суммарный импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи отчетного периода The total impact factor of the journals in which articles by the reporting period	A ₃₃	Суммарный импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи отчетного периода The total impact factor of the journals in which articles by the reporting period
Подгруппа A ₄ Subgroup A ₄					
×	×	A ₄₁	Чтение курса лекций на иностранном языке Lecturing the course in a foreign language	A ₄₁	Чтение лекций в вузах за рубежом Lecturing at universities abroad
×	×	A ₄₂	Чтение лекций в вузах за рубежом Lecturing at universities abroad	A ₄₂	Участие в международном образовательном проекте Participation in the international project of the adjustable rated
×	×	A ₄₃	Участие в международном образовательном проекте Participation in the international project of the adjustable rated		
Подгруппа A ₅ Subgroup A ₅					
×	×	A ₅₁	Организация персональных выставок The organization of personal exhibitions	A ₅₁	Организация персональных выставок The organization of personal exhibitions
×	×	A ₅₂	Подготовка профессиональных спортсменов Preparation of professional athletes	A ₅₂	Подготовка профессиональных спортсменов Preparation of professional athletes

Характеристики групп и подгрупп показателей рейтинговой системы

Table 3.

Characteristics of groups and subgroups of rating system indicators

Группа/ Подгруппа Group / subgroup	Отчетный период Reporting period				
	2015		2016		
	Уровень вариативности,% The level of varia- tion, %	Вид дрейфа Type of drift	Уровень вариативности,% The level of varia- tion, %	Вид дрейфа Type of drift	Изменения при прогнозировании Changes in forecasting
<i>K</i>	0	Нет No	0	Нет No	В пределах ранее полученного диапазона Within the range of the previously obtained
<i>A</i>	58	В соответствии с подгруппами In accordance with the subgroups	26	В соответствии с подгруппами In accordance with the sub- groups	В соответствии с под- группами In accordance with the subgroups
<i>A₁</i>	50	Удаление, перемеще- ние между подгруп- пами, введение нового Deleting, moving be- tween the subgroups, the introduction of new	50	Удаление, введение нового Deleting, the introduction of new	В пределах ранее полученного диапазона, моделирование значений нового показателя случайным образом, удаление показателей Within the range of the previously obtained, mod- eling the new index values randomly deleting indexes
<i>A₂</i>	22	Перемещение между группами Moving between the subgroups	28	Объединение An association	В пределах ранее полу- ченного диапазона Within the range of the previously obtained
<i>A₃</i>	100	Введение нового The introduction of new	0	Нет No	На основе эмпирической динамики показателей публикационной актив- ности в РИНЦ On the basis of empirical indicators of the dynamics of publication activity in the RISC
<i>A₄</i>	100	Перемещение между подгруппами Moving between the subgroups	33	Объединение An association	В пределах ранее полу- ченного диапазона Within the range of the previously obtained
<i>A₅</i>	100	Перемещение между подгруппами Moving between the subgroups	0	Нет No	В пределах ранее полу- ченного диапазона Within the range of the previously obtained

С точки зрения дрейфа показателей авторы выделяют две подгруппы:

– *показатели-константы*, которые не изменяют своего статуса и при последующем прогнозировании значения могут быть перенесены без существенного изменения;

– *показатели-варианты*, которые изменяют своё положение и при последующем прогнозировании следует учитывать межгрупповую динамику.

Для каждой группы и подгруппы определим показатель для уровня вариативности при дрейфе показателей:

$$D = \frac{n_g^{new}}{n_g}, \quad (3)$$

где n_g – количество показателей в группе; n_g^{new} – количество изменений для показателей в группе. Показатель считается новым, если с ним произошло хотя бы одно из выше указанных действий дрейфа.

В таблице 3 приведена характеристика групп с точки зрения вариативности согласно траектории, приведённой на рисунке 4, определяющие стратегию прогнозирования.

Таким образом, исследование дрейфа показателей продемонстрировали четыре элемента в прогнозировании функции (1) на период отчёта по управлению деятельностью ППС в 2016:

- моделирование в пределах ранее полученного диапазона осуществляется без пересчёта атрибута в (2) и рассматриваются позиции: минимальное значение из существующих минимумов по отчётным периодам; максимальное значение из максимальных из отчётных периодов; среднее значение для каждого отчётного периода;

- моделирование значений нового показателя случайным образом осуществляется введением нового поля с генерированием возможных значений;

- удаление показателей осуществляется исключением соответствующих полей из гиперкуба исходных данных (2);

- на основе эмпирической динамики показателей публикационной активности в РИНЦ осуществляется на основе предварительного прогноза показателей и использования в итоговом значении функции (1) без пересчёта основных полей гиперкуба исходных данных (2).

Функциональные зависимости показателей и вариативность параметров

Каждый показатель системы рейтинговой оценки деятельности ППС функционально зависит от уровня достижения требуемых величин. Для всех показателей определены линейные зависимости от одного или нескольких переменных. Например, для показателя:

- наличия учёной степени: $K_1 = 30n_{kand} + 50n_{doct}$, где n_{kand} – количество кандидатов наук; n_{doct} – количество докторов наук; 30 и 50 – назначенные параметры; $n_{kand} + n_{doct}$ – количество участников проекта по показателю;

- значения индекса Хирша автора по данным РИНЦ:

$$A_{32} = \sum_{i=1}^{n_h} 1(h_i - h_{i-1}) + 3h_{i-1},$$

где h_i – значение индекса Хирша i -ого сотрудника; h_{i-1} – значение индекса Хирша $(i-1)$ -ого сотрудника без учёта самоцитирования; n_h – количество ППС, имеющих не нулевое значение показателя в текущем периоде – количество участников проекта по показателю A_{32} ; 1 и 3 – назначенные параметры.

Каждая функциональная зависимость показателей является чувствительной к количеству участников проекта и значению назначенных параметров. Наиболее простым для прогнозирования является вариант, при котором количество участников каждого показателя является известным по ранним периодам отчётности и назначенные параметры не изменяются в течении времени. Однако, для периода 2016–2017 учебного года при прогнозировании следует учесть, что:

- вводится новый показатель по освоению On-line курсов с неизвестным количеством участников A_{13} ;

- динамику показателей публикационной активности можно выполнить только на основе анализа динамики информации по сведениям РИНЦ в предыдущие периоды для персональных данных каждого автора и динамики роста импакт-факторов журналов;

- изменены значения назначенных параметров для показателей $A_{12}, A_{25}, A_{31}, A_{32}$.

Методики и результаты прогнозирования

С учётом указанных особенностей дрейфа показателей и их чувствительности к изменяемым аргументам построено два гиперкуба исходных данных: гиперкуб исходных данных с сохранением количества участников в каждом показателе за исключением показателя A_{13} ; гиперкуб исходных данных с количеством участников проекта после кадровой оптимизации.

Для прогнозирования значений параметра A_{13} предлагается методика:

- 1) для каждого участника проекта по показателю A_{13} сгенерировать случайное число ω в диапазоне $[0; 1]$;

- 2) ввести гипотезу об успешном освоении on-line курсов в зависимости от занимаемой должности: «Вероятность успешного освоения on-line курсов по собственному желанию ППС составляет: 20% для должности профессора; 35% – доцента и 50% – ассистента и старшего преподавателя»;

- 3) в соответствии с гипотезой сформировать соответствующее поле в гиперкубе исходных данных (2) по формуле:

$$A_{13i} = 40 \cdot \begin{cases} 1, & \text{если } Cond = true; \\ 0, & \text{если } Cond = false; \end{cases} \quad (4)$$

где $Cond$ – условие определённое гипотезой и формально имеет вид:

$$Cond = (pos = 1 \wedge \omega < 0,2) \vee (pos = 2 \wedge \omega < 0,35) \vee ((pos = 3) \vee (pos = 4) \wedge \omega < 0,50),$$

где pos – обозначение должности ППС: 1 – профессор, заведующий кафедрой, директор института, декан факультета; 2 – доцент; 3 – старший преподаватель; 4 – ассистент;

4) вычислить показатель по группе A_{13} :

$$A_{13} = \sum_{i=1}^{n_{A_{13}}} A_{13i}, \quad (5)$$

где $n_{A_{13}}$ – количество участников проекта с ненулевыми показателями.

Достоверность гипотезы может быть установлена после проведения анализа по результатам окончания прогнозируемого отчётного периода. При указанных условиях моделирования получаем для показателя A_{13} следующие статистические характеристики:

- среднее количество участников – 200 человек (20,3%);
- суммарный балл – 7800;
- среднее количество баллов на одного участника – 40.

Для прогнозирования значений публикационной активности предлагается методика, основанная на изменении суммарных показателей с поправочными коэффициентами и прогнозируемом приросте показателей за предыдущие отчётные периоды. Коррекция показателей производится по формулам:

$$A_{31} = 0,7(3(n_{2016} - n_{v2016}) + 15n_{v2016}), \quad (6)$$

где 0,7 – весовой коэффициент группы; 3 и 15 – назначенные коэффициенты показателя; n_{2016} и n_{v2016} – прогнозируемое количество публикаций в 2016 году коллективом вуза; v – индекс, обозначающий особый статус публикации (статья в журнале ВАК и книга) и определяется соотношением:

$$n_{2016} = n_{2015} + \Delta; \Delta = n_{2015} - n_{2014}, \quad (7)$$

где n_{2015} и n_{2014} – соответствующие количественные показатели организации в 2015 и 2014 отчётных периодах;

$$A_{32} = 0,7(k_h(1(h - h_1) + 4h_1)), \quad (8)$$

где h – значение суммарного индекса Хирша участников проекта в 2015 году; h_1 – значение суммарного индекса Хирша без самоцитирования участников проекта в 2015 году; 1 и 4 – назначенные параметра показателя; k_h – поправочный коэффициент на прирост индекса Хирша организации, определяющийся соотношением:

$$k_h = \frac{h_{org2015}}{h_{org2014}}, \quad (9)$$

где $h_{org2015}$ и $h_{org2014}$ – значения индекса Хирша организации соответственной в 2015 и 2014 году и на 27.07.2016 значение поправочного коэффициента составляет 1,049;

$$A_{33} = 0,7P_{IF}IF_{2015}k_{IF}n_{ja2016}, \quad (10)$$

где P_{IF} – назначенный параметр; IF_{2015} – средневзвешенный импакт-фактор журналов, в которых опубликованы статьи в 2015 году; k_{IF} – поправочный коэффициент, характеризующий равномерный прирост импакт-факторов журналов и определяемый по формуле (10); n_{ja2016} – прогнозируемое количество журнальных статей в 2016 году, определяемое по соотношению (11):

$$k_{IF} = \frac{IF_{2015}}{IF_{2014}}, \overline{IF}_{2015} = 0,355 \text{ и } \overline{IF}_{2014} = 0,191; \quad (11)$$

$$n_{ja2016} = n_{ja2015} + \Delta; \Delta = n_{ja2015} - n_{ja2014}, \quad (12)$$

где \overline{IF}_{2015} и \overline{IF}_{2014} – средние значения импакт-факторов журналов, в которых опубликованы статьи в 2015 и 2014 годах; n_{ja2015} и n_{ja2014} – количество журнальных статей, опубликованных в 2015 и 2014 годах и на 27.07.2016 значение поправочного коэффициента составляет 1,86.

Назначение параметра P_{IF} является не прогнозируемым процессом. За период 2014–2015 года произошёл резкий скачок в значении импакт-факторов практически всех журналов. На рисунке 5 показана динамика двухлетнего импакт-фактора для четырёх журналов, в которых опубликовано наибольшее количество статей работниками организации: Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова (ВМГТУ; Горный информационно-аналитический журнал (ГИАЖ); Известия вузов. Чёрная металлургия (ИВ.ЧМ); Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах (МиПОС). И если на рис. 5а наблюдается возрастающая тенденция роста для всех журналов, то темп прироста в относительных показателях носит случайный и непредсказуемый характер.

Поэтому прогнозирование значения импакт-фактора по назначению P_{IF} является «гаданием на кофейной гуще». Поэтому для назначения P_{IF} принимаем методику сбалансированного ограничения. Согласно этой методике должен соблюдаться баланс между показателями группы публикационной активности. Например, установив ограничение от 25 до 50% от общей суммы показателей группы A_3 :

$$\frac{1}{4} \sum_{i=1}^3 A_{3i} \leq A_{33} \leq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^3 A_{3i}.$$

С помощью простых аналитических преобразований получаем ограничения на значения параметра P_{IF} :

$$\frac{1}{3} \frac{A_{31} + A_{32}}{M} \leq P_{IF} \leq \frac{A_{31} + A_{32}}{M}, \quad (13)$$

где $M = 0,7IF_{2015}k_{IF}n_{ja2016}$.

Таким образом, прогнозирование по группе показателей A_3 становится сбалансированным. Исходные данные для прогнозирования значения показателей группы A_3 приведены в таблице 4.

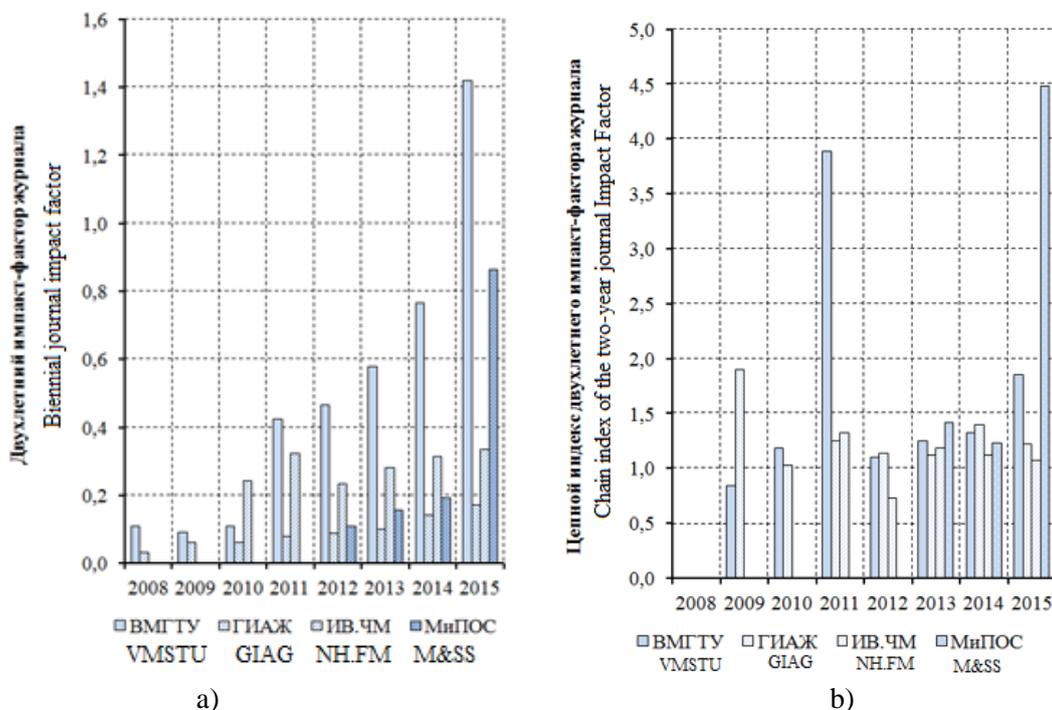


Рисунок 5. Динамика импакт-факторов журналов: а – в абсолютных показателях; б – относительных показателя
Figure 5. Dynamics of journal impact factors: a – in absolute measures; b – in relative measures

Значения показателей для прогноза в 2016 году по группе A_3

Таблица 3.

The values of indicators for prediction in 2016 by a group A_3

Table 3.

Показатель Index	Отчетный период Reporting period		
	2014	2015	Прогноз на 2016 Forecast for 2016
n_{Year}	2668	3883	5098
n_{vYear}	608+161	626+277	644+393
h	–	3391	–
h_1	–	2601	–
$h_{orgYear}$	41	43	–
n_{jaYear}	1750	2112	2474

С использование исходных данных таблицы 4 получаем следующие результаты:

$$A_{31} = 0,7 \cdot (3 \cdot (5098 - (644 + 393)) + 15 \cdot (644 + 393)) = 0,7 \cdot 27738 = 19416;$$

$$A_{32} = 0,7 \cdot (1,049 \cdot (1 \cdot (3391 - 2601) + 4 \cdot 2601)) = 0,7 \cdot 11742 = 8219;$$

$$M = 0,7 \cdot 0,356 \cdot 1,86 \cdot 2474 = 11470;$$

$$1 \leq P_{IF} \leq 3, 11470 \leq A_{33} \leq 34412.$$

Общая сумма баллов составляет:

$$19416 + 8219 + [11470; 34412] = [39106; 66742].$$

В среднем на одного участника проекта от 40 до 69 баллов.

Результаты изменения структуры групповых оценок в прогнозном 2016 году и отчетном 2015 году при $P_{IF} = 1$ приведено на рисунке 6.

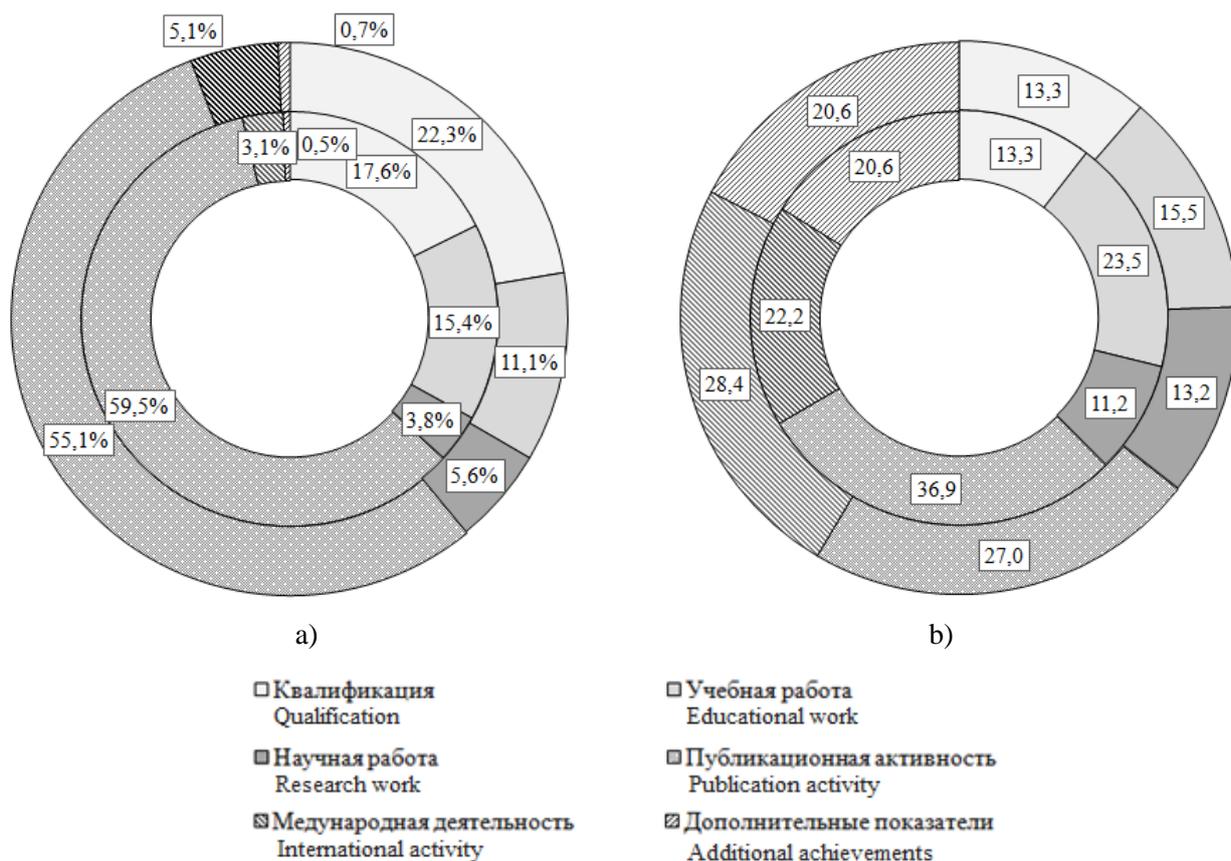


Рисунок 6. Структура групповых оценок: а – распределение баллов по группам и подгруппам; б – соотношение среднего балла в группе и по подгруппам

Figure 6. The structure of the group assessments: a – the distribution of scores by groups and subgroups; b – the ratio of the average score in the group and subgroups

На рисунке 6 внешнее кольцо соответствует данным 2015 года, внутреннее кольцо – данным 2016 года.

Заключение

1. Современные системы управления деятельностью профессорско-преподавательского состава требуют введения новых форма управления, одной из которых является рейтинговая система. Основная часть математической модели является довольно простой и, как правило, представляет собой линейную комбинацию выбранных показателей и весовых коэффициентов. Однако, каждый отчётный период требует не только анализа результатов, но и прогнозирование предполагаемых будущих значений.

2. При прогнозировании результатов следует учитывать особенности показателей, такие как дрейф показателей, вариативность формы зависимости и значений параметров.

Вид дрейфа определяет стратегию прогнозирования и изменение структуры гиперкуба исходных данных.

3. Для вновь вводимых показателей должен выбираться метод прогнозирования, который определяется их смыслом и динамикой во времени. В качестве основных методов рекомендуется метод генерирования значений для случайных процессов, которые ограничиваются вводимыми гипотезами, и балансово-интервальный способ, позволяющий назначать параметры после истечения отчётного периода для соблюдения баланса между показателями внутри группы.

4. Применение стратегии с учётом дрейфа рабочих показателей и методов оценки вновь вводимых показателей позволило выполнить прогноз структуры новой системы и сбалансировать показатели группы публикационной активности профессорско-преподавательского состава.

ЛИТЕРАТУРА

1 Гришина О.А., Сагинова О.В., Скоробогатых И.И. и др. Оценка эффективности преподавателя в современном образовательном учреждении: монография. Новосибирск: Издательство ЦРНС, 2015. 114 с.

2 Брумштейн И.Ю., Баганина А.А., Ахмедова Р.Р., Горбачева А.Н. Сравнение наукометрических показателей публикационной активности вузов в прикаспийских регионах России // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. 2016. № 1(33). С. 79–90.

3 Bedarkar M., Pandita D. A Study on the Drivers of Employee Engagement Impacting Employee Performance // Social and Behavioral Sciences. 2014. V. 133. P. 106–115.

4 Ильин А.Е., Ильинова О.В. Экономическая сущность и элементы системы материального стимулирования труда // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 9. С. 2–5.

5 Феоктистова О.А. Результаты труда научных работников: инструменты государственного стимулирования качества // Науковедение. 2014. № 5(24). С. 1–17.

6 Бочарников Д.А. Некоторые проблемы системы оплаты труда научных и педагогических работников относящихся к профессорско-преподавательскому составу // Актуальные проблемы российского права. 2015. № 10(59). С. 120–125.

7 Weihua A. Instrumental variables estimates of peer effects in social networks // Social Science Research. 2015. V. 50. P. 382–394.

8 Santos L.M., Amorim L.D., Santos D.N., Barreto M.L. Measuring the level of social support using latent class analysis // Social Science Research. 2015. V. 50. P. 139–146.

9 Эмиров Н.Д., Лабутина Л.М. Социальный эксперимент и продвижение инновационных технологий управления в социальной сфере // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3(59). С. 68–71.

10 Барбаков О.М., Горева О.М. Социальный эксперимент на виртуальном пространстве как форма контроля инновационных технологий в системе вузовского образования // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. 2007. № 4. С. 86–89.

11 Сидоров А.А., Байгунчева А.Т. Социальный эксперимент «цена современного общества». Ресурсоэффективным технологиям – энергию и энтузиазм молодых. Сб науч. тр. VI Всероссийской конференции. Томск: Национальный исследовательский томский политехнический университет, 2015. С. 447–448.

12 Yamazaki K. Regularity criteria of the three-dimensional MHD system involving one velocity and one vorticity component // Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications. 2016. V. 135. P. 73–83.

13 Lin Xu, Chao-Fan Xie, Lu-Xiong Xu The Reliability and Economic Analysis Comparison Between Parallel System and Erlang Distribution System // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2016. V. 10. P. 35–42.

14 Логунова О.С., Леднов А.В., Королева В.В. Результаты анализа публикационной активности профессорско-преподавательского состава ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова» // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2014. № 3(47). С. 78–87.

15 Логунова О.С., Егорова Л.Г., Королева В.В. Динамика показателей публикационной активности профессорско-преподавательского состава Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2015. № 3 (51). С. 101–112.

REFERENCES

1 O.A. Grishina, O.V. Saginova, I.I. Skorobogatyh et al. Otsenka effektivnosti prepodavatelya v sovremennom uchebnom zavedenii [Evaluation of the effectiveness of the teacher in a modern educational institution] Novosibirsk, TsRNS, 2015. 114 p. (in Russian)

2 Brumsteyn Yu.M., Bagarina A.A., Akhmedova R.R., Gorbacheva A.N. Comparison of the universities printing activities scientometric indicators in Russian Caspian Regions. *Prikaspiyski zhurnal: control i vysokie tekhnologii* [Caspian journal: control and High technology] 2016, no 1(33), pp. 79–90. (in Russian)

3 Bedarkar M., Pandita D. A Study on the Drivers of Employee Engagement Impacting Employee Performance. *Social and Behavioral Sciences*. 2014, no 133, pp. 106–115.

4 Ilin A.E., Ilinova O.V. The economic essence and elements of the system material incentives. *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Proceedings of Kursk State Agricultural Academy] 2013, no 9, pp. 2–5. (in Russian)

5 Feoktistova O.A. The results of scientific employees: tools of the state to stimulate quality. *Naukovedenie* [Science of Science] 2014, no 5(24), pp. 1–17. (in Russian)

6 Bocharnikov D.A. Difficulties in the payment scheme of academic and teaching staff. *Aktual'nye problem rossiskogo prava* [Actual problems of Russian law] 2015, no 10(59), pp. 120–125. (in Russian)

7 Weihua A. Instrumental variables estimates of peer effects in social networks. *Social Science Research*. 2015, no 50, pp. 382–394.

8 Santos L.M., Amorim L.D., Santos D.N., Barreto M.L. Measuring the level of social support using latent class analysis. *Social Science Research*. 2015, no 50, pp. 139–146.

9 Emirov N.D., Labutina L.M. Social Experiment and Advancement of Innovative Management Technologies in Social Sphere. *Vestnik IzhGTU*. [Proceedings of IzhSTU] 2013, no 3(59), pp. 68–71. (in Russian)

10 Barbakov O.M., Goreva O.M. Social Experiment on Virtual Space as the Form of Control of Innovation Technologies in the System of Higher Education. *News from Higher Educational Institutions. Sociology. Economy. Politics*. 2007, no 4, pp. 86–89. (in Russian)

11 Sidorov A.A., Baygunchekova A.T. Social experiment "the price of a modern society". *Resursoeffektivnym tekhnologiyam – energiyu molodykh* [Resource-efficient technologies - the energy and enthusiasm of young] Tomsk, Tomsk Polytechnic University, 2015, pp. 447–448. (in Russian)

12 Yamazaki K. Regularity criteria of the three-dimensional MHD system involving one velocity and one vorticity component. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods & Applications*. 2016, no 135, pp. 73–83.

13 Lin Xu, Chao-Fan Xie, Lu-Xiong Xu. The Reliability and Economic Analysis Comparison Between Parallel System and Erlang Distribution System. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2016, no 10, pp. 35 – 42.

14 Logunova O.S., Lednov A.V., Koroleva V.V. Analysis of the Publication Activity of the Teaching Staff at Nosov Magnitogorsk State Technical University. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni G.I. Nosova* [Proceedings of Nosov Magnitogorsk State Technical University] 2014, no 3(47), pp. 78–87. (in Russian)

15 Logunova O.S., Egorova L.G., Koroleva V.V. A Trend in Indexes of the Publication Activity of the Academic Staff at Nosov Magnitogorsk State Technical University. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta imeni G.I. Nosova* [Proceedings of Nosov Magnitogorsk State Technical University] 2015, no 3 (51), pp. 101–112. (in Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Оксана С. Логунова д. т. н., зав. кафедры Вычислительной техники и программирования, профессор, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, logunova66@mail.ru

Елена А. Ильина к. п. н., доцент, кафедра Вычислительной техники и программирования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, dar_nas@mail.ru

Валентина В. Королева к. п. н., доцент, кафедра Информационной безопасности, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, taisa_67@mail.ru

Айгуль У. Ахметова студент, кафедра Вычислительной техники и программирования, Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова, ул. Ленина, 38, г. Магнитогорск, 455000, Россия, msrti@mail.ru

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи

Оксана С. Логунова несёт ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 10.10.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 17.11.2016

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Oksana S. Logunova doctor of technical sciences, head of the department, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenin str., 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, logunova66@mail.ru

Elena A. Il'ina candidate of pedagogical sciences, assistant professor, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenin str., 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, dar_nas@mail.ru

Valentina V. Koroleva candidate of pedagogical sciences, assistant professor, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenin st. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, dar_nas@mail.ru, taisa_67@mail.ru

Aigul' U. Akhmetova student, computer science and programming department, Nosov Magnitogorsk state technical university, Lenina str. 38, Magnitogorsk, 455000, Russia, msrti@mail.ru

CONTRIBUTION

All authors have equally participated in writing the manuscript

Oksana S. Logunova is responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 10.10.2016

ACCEPTED 11.17.2016