



УДК 519.87

DOI: 10.25559/SITITO.14.201801.245-255

ЛИНЕЙНОЕ РАНЖИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОЦЕНКИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВУЗА

О.Н. Ромашкова, Л.А. Пономарева, И.П. Василюк

Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

Аннотация

Задачей авторов было ранжирование факторов, которые используются для оценки рейтинга структурных подразделений университета. Авторами определены и описаны этапы ранжирования. Проведен статистический анализ данных структурных подразделений МГПУ и РУДН за 2017 год. Значимые факторы отбирались на данных МГПУ и РУДН по отдельности, а затем сравнивались. Предложен результирующий числовой показатель оценки структурных подразделений.

С помощью корреляционного анализа данные сначала были систематизированы, и выявлены внутренние связи. Далее по корреляционной матрице проведен анализ мультиколлинеарности векторов. В результате исследования выбраны значимые факторы, влияющие на рейтинг структурного подразделения. Интерпретация параметров модели показала, что увеличение на единицу такого параметра, как «отношение количества защитившихся соискателей и аспирантов к количеству выпускников» приводит к увеличению «рейтинга соответствующего подразделения вуза» в среднем на 0,696 единицы измерения. Такой анализ проведен по каждому показателю работы подразделений, которые участвуют в общей оценке деятельности университета. Наибольшее влияние на рейтинговую оценку подразделения оказывает среднее значение индекса Хирша.

Проверка модели проводилась с использованием показателей структурных подразделений РУДН. Наиболее весомый вклад в модель дает параметр «Количество публикаций НПР, в журналах, входящих в перечень ВАК». Этот фактор сравним со значимым фактором регрессионной модели по показателям МГПУ («среднее значение индекса Хирша»).

Сравнивая результаты анализа структурных подразделений различных вузов, можно сделать выводы о том, что факторы, оказывающие соответственно наибольшее и наименьшее влияние, совпадают. Построенный критерий был применен для разбиения кафедр РУДН на две группы «эффективные» и «неэффективные».

Об авторах:

Ромашкова Оксана Николаевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной информатики, Институт математики, информатики и естественных наук, Московский городской педагогический университет (129226, Россия, г. Москва, 2-й пр. Сельскохозяйственный, д. 4, кор. 1); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1646-8527>, ox-rom@yandex.ru

Пономарева Людмила Алексеевна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры прикладной информатики, Институт математики, информатики и естественных наук, Московский городской педагогический университет (129226, Россия, г. Москва, 2-й пр. Сельскохозяйственный, д. 4, кор. 1); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6708-2755>, ponomarevala@bk.ru

Василюк Игорь Петрович, соискатель кафедры прикладной информатики, Институт математики, информатики и естественных наук, Московский городской педагогический университет (129226, Россия, г. Москва, 2-й пр. Сельскохозяйственный, д. 4, кор. 1); ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-3738>, ipvkod@mail.ru

© Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А., Василюк И.П., 2018



Таким образом, с использованием актуальных статистических данных университета создана основа для разработки системы поддержки принятия управленческих решений, направленных на повышение рейтинговой оценки деятельности вуза.

Ключевые слова

Показатели; оценка деятельности; структурные подразделения вуза; ранжирование; модель рейтинговой оценки.

ANALYSIS OF INDICATORS FOR ASSESSING THE EFFICIENCY OF STRUCTURAL SUBDIVISIONS OF THE UNIVERSITY

Oxana N. Romashkova, Ludmila A. Ponomareva, Igor P. Vasilyuk

Moscow City University, Moscow, Russia

Abstract

The task of the authors was to rank the factors that are used to assess the rating of the structural units of the University. The authors define and describe the stages of ranking. The statistical analysis of data structural units, Moscow City University and People's Friendship University of Russia in 2017. Significant factors were selected on the basis of the data of the Moscow State Pedagogical University and the PFUR separately, and then they were compared. The resulting numerical index of structural units evaluation is proposed. With the help of correlation analysis, the data were first systematized and internal connections were revealed. Next, an analysis of the multicollinearity of vectors was carried out using the correlation matrix. As a result of the study, significant factors affecting the rating of the structural unit were selected. The interpretation of the parameters of the model showed that an increase by one such parameter as "the ratio of the number of protected applicants and graduate students to the number of graduates" leads to an increase in the "rating of the relevant Department of the University" by an average of 0,696 units. Such analysis is carried out for each indicator of work of divisions which participate in the General assessment of activity of University. The average of the Hirsch index has the greatest impact on the rating of the division.

Verification of the model was carried out with the help of indicators of structural divisions of PFUR. The most significant contribution to the model is given by the parameter "Number of publications in journals included in the WAC list". This factor is comparable to the significant factor of the regression model in terms of MCU ("average Hirsch index").

Comparing the results of the analysis of structural divisions of different universities, it can be concluded that the factors that have the greatest and least impact are the same. Built standard was applied to split the departments of the PFUR on two groups of "effective" and "ineffective."

Thus, using the current statistics of the University, the basis for the development of a system for supporting the adoption of managerial decisions aimed at improving the rating of the university was created.

Keywords

Indicators; performance assessment; ranking; structural subdivisions of the University assessment model.

Введение

Актуальность темы исследования. В

последние несколько лет качество высшего образования становится основным элементом



конкурентоспособности вуза на рынке образовательных услуг [1, 2]. И количественная оценка деятельности подразделений вуза помогает в выборе стратегии дальнейшего развития и поддержки принятия управленческих решений [3]. В свою очередь оценка подразделений влияет на общую рейтинговую оценку университета. А для органов управления высшим образованием такая оценка может служить для осуществления контроля, аттестации, аккредитации и планирования развития высшего образования [4, 5, 6].

Объектом исследования является процесс оценки деятельности подразделений университета. Предметом исследования являются показатели оценки структурных подразделений университета: кафедры, институты.

Цель исследования – разработать систему поддержки принятия управленческих решений на основе математических методов и алгоритмов анализа показателей деятельности подразделений университета.

Научная новизна исследования состоит в разработке метода построения обобщенного критерия показателей деятельности подразделений университета с учетом требований новых отечественных и зарубежных рейтинговых систем.

Работа имеет практическую значимость, поскольку в ней проведен анализ показателей реальных данных двух университетов России за 2017 год. На основании исследования проанализирована значимость используемых показателей оценки вуза [7, 8].

Для анализа показателей авторами исследовались данные по подразделениям за 2017 год МГПУ (таблица 1, 2).

Таблица 1 содержит показатели оценки структурных подразделений. В таблице 2 представлены показатели работы 12 кафедр иностранных языков разных структурных подразделений РУДН за 2017 год. В таблице кафедры пронумерованы К1, ..., К11.

Для описания работы кафедр взяты 25 показателей, которые обычно используются для оценки:

количество публикаций в базе данных Web of Science на 1 НПП кафедры;

количество публикаций в базе данных Scopus на 1 НПП кафедры;

количество монографий НПП кафедры;

количество защит штатных НПП кафедр;

количество совместных публикаций с зарубежными коллегами для изданий, индексируемых в российских и зарубежных базах WoS/Scopus;

подача заявок на реализацию научных проектов с привлечением зарубежных ученых, с финансированием из российских и зарубежных фондов;

количество НТМ совместно с зарубежными вузами из Top 500;

количество международных НТМ с публикацией материалов, индексируемых в WoS/Scopus, в которых приняли участие ППС кафедр ИЯ;

количество преподавателей, участвующих в международных программах / проектах / грантах;

количество преподавателей кафедр, принявших участие в экспертизе, рецензиях внешних изданий (проектов);

количество публикаций на ИЯ студентов бакалавриата, магистратуры, аспирантуры, обучающихся по программам кафедр ИЯ;

количество студентов, участвующих в НИРС по кафедре ИЯ;

количество студентов зарубежных вузов, принявших участие в НТМ на ИЯ, организованных кафедрой ИЯ для студентов;

привлечение внешних специалистов-практиков к проведению занятий по ИЯ, межкультурной коммуникации и переводу;

количество студентов, обучающихся по программам подготовки трудоемкостью свыше 1000 часов, от контингента факультета – граждан РФ (бакалавриат);

количество студентов, поступивших на программы подготовки переводчиков трудоемкостью свыше 1000 часов, по отношению к контингенту студентов – граждан РФ, поступивших на 1 курс факультета;



Таблица 1 Показатели структурных подразделений МГПУ за 2017 год

| | ИГН | ИМ | ИГНиУ | ИИЯ | ИКИ | ИМИЕН | ИШПО | ИПССО | ИСОКР | ЮИ | ПИФКИС | |
|-----------|--|------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------|
| Х1 | Показатель | | | | | | | | | | | |
| Х1 | Отношение количества защитившихся соискателей и аспирантов к количеству выпускников | 0,04 | 0 | 0,1 | 0,25 | 0,3 | 0,1 | 0,05 | 0 | 0,2 | 0 | 0 |
| Х2 | Средний балл ЕГЭ 2016 года | 73,1 | 67,4 | 73,4 | 79,3 | 71,3 | 68,6 | 64 | 70,5 | 65,1 | 67,7 | 59,7 |
| Х3 | Количество иностранных студентов и стажеров | 12 | 55 | 159 | 90 | 20 | 14 | 25 | 6 | 36 | 23 | 5 |
| Х4 | Соотношение работников (ППС), имеющих ученую степень, в возрасте до 45 лет к общему штатному количеству ППС по институту | 0,29 | 0,27 | 0,24 | 0,33 | 0,27 | 0,21 | 0,29 | 0,22 | 0,22 | 0,26 | 0,11 |
| Х5 | Количество учебных материалов на одну учебную дисциплину в системе дистанционного обучения Moodle | 6,46 | 0,55 | 7,9 | 7,68 | 22,38 | 8,62 | 3,68 | 7,31 | 13,88 | 10,74 | 9,14 |
| Х6 | Среднее значение индекса цитируемости (вес 0,5) | 39,1 | 75 | 80,9 | 54,5 | 52,1 | 135,5 | 170,1 | 331,3 | 203,8 | 122,9 | 53,4 |
| Х7 | Среднее значение индекса Хирша (вес 0,5) | 1,7 | 2,6 | 3,1 | 2,1 | 2,4 | 3,3 | 3,3 | 6,2 | 4,2 | 3,4 | 1,7 |
| Х8 | Количество учебников, вошедших в Федеральный перечень (2016/2017) (вес 0,5) | 13 | 0 | 11 | 56 | 9 | 17 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |

количество студентов, сдавших международные экзамены;

количество студентов, прошедших внешнюю сертификацию в международных языковых школах;

наличие в программах ДПО дистанционного модуля профессионального общения на изучаемом языке (в процентах к учебному плану);

количество студентов, принявших участие в международных конкурсах на и по ИЯ;

увеличение доходов по программам ДПО свыше 1000 академических часов;

актуализация содержания обучения по дисциплинам ИЯ в рамках ООП ВО

количество студентов, прошедших внешнюю сертификацию по ИЯ в результате участия в языковых олимпиадах и иных мероприятиях, предусматривающих сертификацию;

доля модернизированных УМК для

дисциплин в рамках ООП ВО, включающих обучающие ресурсы для самостоятельного изучения ИЯ в электронной среде (ТУИС);

показатель с учетом общей дорожной карты для факультета / института / академии.

В таблице 2 каждый показатель пронумерован: П1, ..., П25.

Теоретические исследования

Процесс линейного ранжирования проведен в четыре этапа: отбор показателей, переход к безразмерным показателям, построение результирующего критерия, упорядочение подразделений в линейный список в соответствии с результирующим критерием.

Этап 1. Отбор рейтинговых показателей. Каждая методика рейтинга опирается на свой набор показателей [9].



Таблица 2 Экспериментальные данные показателей работы кафедры иностранных языков различных структурных подразделений РУДН за 2017 год

| № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----|--------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|
| П1 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,055 | 0,05 | 0,49 | 0,3 | 0,2 | 1 | 1 | 2 |
| П2 | 0,5 | 0,12 | 0,1 | 0,055 | 0,09 | 0,22 | 0,2 | 0,03 | 0,16 | 0,1 | 0,5 |
| П3 | 1 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| П4 | 1 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 1 |
| П5 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 2 |
| П6 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| П7 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| П8 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 6 | 2 | 2 |
| П9 | 1 | 2 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 2 |
| П10 | 1 | 6 | 5 | 3 | 8 | 2 | 1 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| П11 | 10 | 15 | 30 | 20 | 50 | 15 | 5 | 20 | 22 | 10 | 3 |
| П12 | 1 | 2 | 0 | 10 | 2 | 12 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| П13 | 2 | 2 | 1 | 10 | 6 | 5 | 10 | 1 | 1 | 4 | 2 |
| П14 | 2 | 2 | 3 | 5 | 10 | 3 | 4 | 1 | 6 | 2 | 1 |
| П15 | 1 | 1 | 5 | 7 | 3 | 12 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| П16 | 44 | 30 | 45 | 0 | 70 | 65 | 23 | 40 | 51 | 80 | 43 |
| П17 | 44 | 30 | 45 | -* | 70 | 65 | 23 | 40 | 51 | 80 | 43 |
| П18 | 10 | 10 | 7 | 10 | 15 | 3 | 1 | 10 | 30 | 10 | 10 |
| П19 | 10 | 10 | 5 | 20 | 15 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| П20 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| П21 | 5 | 5 | 2 | 30 | 5 | 2 | 5 | 2 | 3 | 1 | 1 |
| П22 | 15 437 | 16 475 | 26 605 | 9 595 | 50 568 | 34 009 | 14 230 | 6 706 | 30 318 | 10 154 | 3 926 |
| П23 | 30 | 30 | 25 | 60 | 100 | 40 | 25 | 70 | 70 | 70 | 70 |
| П24 | 5 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| П25 | 70 | 70 | 25 | 5 | 60 | 75 | 25 | 70 | 70 | 70 | 70 |

Таблица 3 Скорректированные данные показателей МГПУ

| X1 | X2 | X3 | X5 | X6 | X8 | X9 | X10 | X11 | X12 | X13 | X14 | X15 | X16 | Y |
|------|------|-----|-------|-------|----|------|-----|-------|-----|------|-------|-----------|-------|----|
| 0,04 | 73,1 | 12 | 6,46 | 39,1 | 13 | 6,4 | 39 | 48,4 | 3 | 8,9 | 75,78 | 85085,47 | 62,02 | 8 |
| 0 | 67,4 | 55 | 0,55 | 75 | 0 | 5,7 | 24 | 28,14 | 1 | 7,5 | 69,63 | 103236,84 | 68,91 | 4 |
| 0,1 | 73,4 | 159 | 7,9 | 80,9 | 11 | 9,2 | 41 | 23,6 | 0 | 10,9 | 78,27 | 97409,8 | 49,97 | 5 |
| 0,25 | 79,3 | 90 | 7,68 | 54,5 | 56 | 60 | 35 | 10,8 | 2 | 9,1 | 80,01 | 66964,6 | 50,95 | 10 |
| 0,3 | 71,3 | 20 | 22,38 | 52,1 | 9 | 87,7 | 31 | 10,5 | 1 | 7,4 | 84,6 | 95035,7 | 51,85 | 6 |
| 0,1 | 68,6 | 14 | 8,62 | 135,5 | 17 | 13,2 | 49 | 8,9 | 2 | 9,6 | 81,54 | 92825,5 | 54,16 | 7 |
| 0,05 | 64 | 25 | 3,68 | 170,1 | 4 | 49,9 | 43 | 10,2 | 2 | 10,5 | 81,84 | 126453,5 | 52,74 | 1 |
| 0 | 70,5 | 6 | 7,31 | 331,3 | 0 | 100 | 71 | 7,8 | 1 | 10,3 | 78,89 | 117096,5 | 52,78 | 2 |
| 0,2 | 65,1 | 36 | 13,88 | 203,8 | 0 | 74,1 | 52 | 16,3 | 0 | 8,8 | 87,52 | 109355,9 | 51,54 | 3 |
| 0 | 67,7 | 23 | 10,74 | 122,9 | 0 | 78,1 | 40 | 5 | 0 | 9,6 | 76,87 | 118706,4 | 48,06 | 11 |
| 0 | 59,7 | 5 | 9,14 | 53,4 | 0 | 44,2 | 28 | 20,3 | 0 | 11,8 | 58,46 | 82419,4 | 51,05 | 9 |

Поэтому для исследования были взяты показатели, определенные приказом от 2.09.2011 г. N 2257 «О внесении изменений в

приказ министерства образования и науки российской федерации от 8 ноября 2010 г. N 1116 "о целевых показателях эффективности



работы бюджетных образовательных учреждений, находящихся в ведении министерства образования и науки Российской Федерации".

Построена матрица коэффициентов корреляции [10]. Если в матрице есть межфакторный коэффициент корреляции, значение которого больше 0,7, то такие показатели-факторы считались авторами коллинеарными [11, 12] и для дальнейшего исследования оставлялся только один.

В нашем случае были исключены: «Доля студентов, получающих особые стипендии», «Соотношение работников (ППС), имеющих ученую степень, в возрасте до 45 лет к общему штатному количеству ППС по институту» и др. (таблица 3).

Аналогичные манипуляции проведены и с таблицей 2. Из дальнейшего рассмотрения были исключены следующие показатели: П5, П6, П8, П7, П10, П15, П16, П20, П24.

Таблица 4 Связь нормализованных и исходных данных

| | |
|--------------------------|--------|
| Zscore(П23) ^a | - |
| Zscore(П22) ^a | 0,442 |
| Zscore(П14) ^a | 0,376 |
| Zscore(П18) ^a | 0,277 |
| Zscore(П25) ^a | 0,240 |
| Zscore(П19) ^a | -0,192 |
| Zscore(П21) ^a | -0,182 |
| Zscore(П4) | -0,102 |
| Zscore(П3) | 0,042 |
| Zscore(П13) | -0,036 |
| Zscore(П1) | 0,034 |
| Zscore(П9) | -0,019 |
| Zscore(П17) | 0,017 |
| Zscore(П2) | -0,009 |
| Zscore(П11) | -0,004 |
| Zscore(П12) | 0,001 |
| | 0,000 |

Этап 2. Нормализация данных. Перед началом экспериментальных исследований данные были приведены по формуле (1) к стандартно распределенной величине Z [13].

$$Z = \sum_{i=1}^n \frac{x_i - M(x_i)}{\sigma(x_i)} \quad (1),$$

где x_i – значения фактора (показателя), $M(x_i)$ – среднее, $\sigma(x_i)$ – стандартное отклонение. В таблице 4 показана связь нормализованных и ненормализованных данных.

Проверена гипотеза о нормальности распределения исследуемых данных. Проверка проводилась в MS Excel. Вычислялись среднее арифметическое, медиана и мода. Если

полученные значения друг от друга значительно не отличаются, мы имеем дело с нормальным распределением [14, 15]. В таблице 5 представлено описание общей статистики нормализованных данных, по которым авторы сделали вывод о нормальности распределения [16].

Таблица 5 Описание общей статистики нормализованных данных

| | |
|------------------------|------------|
| Дисперсия | 0,99999949 |
| Минимум | -1,98658 |
| Максимум | 2,95529 |
| Среднее | 2,8409E-07 |
| Медиана | -0,2051 |
| Стандартная ошибка | 0,95346242 |
| Стандартное отклонение | 0,95346242 |

Этап 3. Построение результирующего критерия, как некоторой функции свертки нормализованных показателей следующего вида [17, 18]:

$$F = \sum_{i=1}^n C_i * x_i \quad (2)$$

где, C_i – весовой коэффициент фактора из таблицы 1, 2;

x_i – значение фактора.

Постановка задачи

Для экспериментальных данных (таблица 1, 2) выявить факторы (показатели), вносящие наибольший вклад в оценку деятельности структурных подразделений. По выбранным показателям построить результирующий критерий. Упорядочить подразделения в соответствии со значением полученного критерия.

Для решения поставленной задачи применен множественный регрессионный анализ. Уравнение регрессии будет записано в виде: $Y_i = a_0 + a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + \dots + a_k X_{ki} + \varepsilon_i$, что соответствует виду результирующего критерия [19, 20].

Экспериментальные исследования

Проверена значимость полученных парных коэффициентов корреляции с помощью t-критерия Стьюдента [21]. В таблице 6 представлен расчёт параметров регрессионной модели на отобранных факторах.



Таблица 6 Результаты регрессионного анализа со значимыми коэффициентами

| | Коэффициенты | Стандартная ошибка | t-статистик | P-Значение | Нижние 95% | Верхние 95% | Нижние 95,0% | Верхние 95,0% |
|-----------|--------------|--------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Y-пересеч | 34,71554122 | 1,896412659 | 18,30590038 | 0,034742222 | 10,61933371 | 58,81174872 | 10,61933371 | 58,81174872 |
| a1 | 0,01014219 | 0,012663967 | 0,800869943 | 0,570109021 | -0,150768763 | 0,171053143 | -0,150768763 | 0,171053143 |
| a2 | -0,002520115 | 0,007857679 | -0,320720054 | 0,802421248 | -0,102361399 | 0,097321169 | -0,102361399 | 0,097321169 |
| a3 | -0,007380349 | 0,004157862 | -1,775034635 | 0,326617497 | -0,060210994 | 0,045450296 | -0,060210994 | 0,045450296 |
| a4 | -0,024481719 | 0,000917827 | -26,67357677 | 0,023855884 | -0,036143812 | -0,012819626 | -0,036143812 | -0,012819626 |
| a5 | -0,021729993 | 0,008021191 | -2,709073299 | 0,225117912 | -0,123648884 | 0,080188897 | -0,123648884 | 0,080188897 |
| a6 | -0,01439755 | 0,000899798 | -16,00087094 | 0,039734891 | -0,025830566 | -0,002964534 | -0,025830566 | -0,002964534 |
| a7 | 0,017402829 | 0,006509898 | 2,673287697 | 0,227881964 | -0,065313263 | 0,100118921 | -0,065313263 | 0,100118921 |
| a8 | -0,000728209 | 0,015674728 | -0,046457549 | 0,970445456 | -0,199894517 | 0,198438098 | -0,199894517 | 0,198438098 |
| a9 | -0,147471272 | 0,012184674 | -12,10301338 | 0,052480897 | -0,302292235 | 0,00734969 | -0,302292235 | 0,00734969 |
| a10 | -0,244319993 | 0,019789012 | -12,34624493 | 0,05145152 | -0,495763236 | 0,007123249 | -0,495763236 | 0,007123249 |

| Регрессионная статистика | |
|--------------------------|-------------|
| Множественный R | 0,999980488 |
| R-квадрат | 0,999960976 |
| Нормированный R- | 0,999570739 |
| Стандартная ошибка | 0,074702008 |
| Наблюдения | 12 |

Коэффициент множественной корреляции – R = 0,999 – значим, и полученные расчетные данные адекватны экспериментальным [22].

В результате расчетов записано уравнение множественной регрессии:

$$Y_i = 34,71554122 + 0,01014219 * X_1 - 0,024481719 * X_4 - 0,021729993 * X_5 - 0,01439755 * X_6 + 0,017402829 * X_7 - 0,147471272 * X_9 - 0,244319993 * X_{10} \quad (3)$$

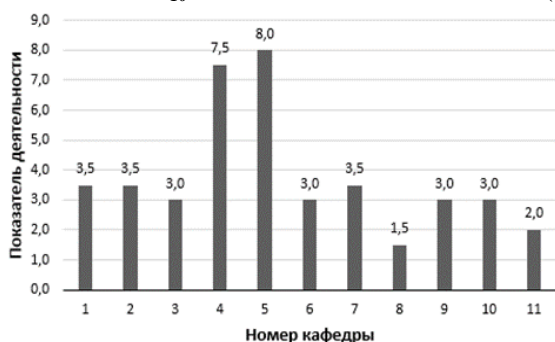


Рисунок 1 – Обобщенный показатель деятельности кафедры

Наиболее весомый вклад в уравнение дает фактор X_{10} («Количество публикаций НПП, в журналах, входящих в перечень ВАК»). Этот фактор вполне можно сравнивать со значимым фактором регрессионной модели по показателям МГПУ («среднее значение индекса Хирша»).

Этап 4. Упорядочение подразделений в линейный список в соответствии с

результатирующим критерием. Уравнение 3 применялось в дальнейшем для разбиения кафедр РУДН на две группы: «эффективные» и «неэффективные» (рисунок 1).

Разбиение проводилось для 11 кафедр, показатели двенадцатой кафедры служили для оценки модели. Кафедры распределились следующим образом:

«Эффективные» – К5, К4, К1, К2, К7;

«Неэффективные» – К3, К9, К6, К11, К8, К10.

Полученные результаты

Весь анализ проводился с нормализованными значениями данных. Нормализованные и исходные данные хорошо коррелируют друг с другом (таблица 4).

В результате статистических исследований данных по подразделениям МГПУ и РУДН проанализированы факторы, входящие в регрессионную модель. Отобраны показатели, наиболее влияющие на значение рейтинга подразделений. В модель, как наименее значимые данные, не вошли: «Соотношение работников (ППС), имеющих ученую степень, в возрасте до 45 лет к общему штатному количеству ППС по институту» и «Доля студентов, получающих особые стипендии». Наибольшее влияние на результативный признак (рейтинг подразделений МГПУ) оказывает фактор «Среднее значение индекса Хирша». По результатам вычислений составлено



уравнение, определяющее рейтинг подразделения (уравнение 1, 2). Рассчитанный коэффициент корреляции $R = 0,99$ показывает адекватность расчетных и экспериментальных данных [25]. При статистическом исследовании данных РУДН незначимыми факторами оказались те же показатели структурных подразделений. По регрессионной модели дана интерпретация параметров модели: какой вклад вносит каждый фактор. Для проверки построенной модели 11 кафедр были ранжированы. По показателям двенадцатой кафедры определено ее место в линейном списке [23, 24].

Заключение

В данной работе авторами представлены примеры использования аналитических методов и алгоритмов для оценки основных показателей деятельности структурных подразделений вуза. В качестве основных показателей, влияющих на рейтинговую оценку подразделения, выделены:

«Среднее значение индекса Хирша», «Размер среднемесячной заработной платы ППС (в уравнении 1 – фактор X_1)».

С использованием результатов корреляционного и факторного анализа были выявлены связи между показателями:

«Отношение количества защитившихся соискателей и аспирантов к количеству выпускников», «Размер среднемесячной заработной платы ППС», «Среднее значение индекса Хирша».

При сравнении результатов анализа структурных подразделений различных вузов удалось сделать следующие выводы, что факторы, оказывающие наибольшее и наименьшее влияние, одни и те же.

Таким образом, создана основа для разработки системы поддержки принятия управленческих решений, учитывающей требования современных рейтинговых систем оценки деятельности вуза и его структурных подразделений, а также использующей текущие статистические данные университета.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- [1] Пономарева Л.А., Голосов П.Е. Разработка математической модели учебного процесса в вузе для повышения качества образования // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 2. С. 77-81. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28800201> (дата обращения: 12.02.18).
- [2] Ромашкова О.Н., Ермакова Т.Н. Мониторинг качества образования в средней общеобразовательной организации с использованием современных средств информатизации // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2014. № 4. С. 10-17. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22444217> (дата обращения: 12.02.18).
- [3] Овчинникова Е.В., Чискидов С.В. Проблемы разработки и применения интерактивных образовательных модулей в процессе обучения // *Наука, образование, общество: тенденции и перспективы: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Часть IV*. ООО «Ар.Консалт», 2014. С. 80-85.
- [4] Пономарева Л.А., Коданев В.Л. Разработка модуля корпоративной информационной системы «Образовательная среда вуза» на базе облачных технологий // *Информатика: проблемы, методология, технологии: сборник материалов XVII международной научно-методической конференции / под редакцией Н.А. Тюкачева, А.А. Крыловецкого*. Т. 3. Воронеж: ВГУ, 9-10 февраля 2017 г. Воронеж: Изд-во ООО «Вэлборн», 2017. С. 393-398.
- [5] Ромашкова О.А., Моргунов А.И. Информационная система для оценки результатов деятельности общеобразовательных организаций г. Москвы // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования*. 2015. № 3. С. 88-95. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24323920> (дата обращения: 12.02.18).
- [6] Orlov Y., Zenyuk D., Samuylov A., Moltchanov D., Gaidamaka Y., Samouylov K., Andreev S., Romashkova O. Time-dependent sir modeling for d2d communications in indoor deployments // *Indoor Deployments, ECMS 2017 Proceedings / Edited by: Zita Zoltay Paprika, Péter Horák, Kata Váradi, Péter TamásZwierczyk, Ágnes Vidovics-Dancs, János Péter Rádics* European Council for Modeling and Simulation. 2017. Pp. 726-731. DOI: <https://doi.org/10.7148/2017-0726>
- [7] Drozdova A.A., Guseva A.I. Modern Technologies of E-learning and its Evaluation of Efficiency // *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2017. Vol. 237. Pp. 1032–1038. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.147>
- [8] Kireev V.S. Development of Fuzzy Cognitive Map for Optimizing E-learning Course. In: Kalinichenko L., Kuznetsov S., Manolopoulos Y. (eds) *Data Analytics and Management in Data Intensive Domains. DAMDID/RCDL 2016. Communications in Computer and Information Science*, Springer, Cham, 2017. Vol. 706. Pp. 47-56. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57135-5_4
- [9] Kireev V., Silenko A., Guseva A. Cognitive competence of graduates, oriented to work in the knowledge management system in the state corporation "Rosatom" // *Journal of Physics: Conference Series*. 2017. Vol. 781, no. 1. id. 012060. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/781/1/012060>
- [10] Mavlyudova L.U., Shamsuvaleeva E.S., Khadiullina R.R., Mavlyudova L.I. Features of education in high schools in terms of information technology implementation // *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016. Vol. 8, issue 2. Pp. 14606-14613. URL: <http://www.ijptonline.com/wp-content/uploads/2016/07/14606-14613.pdf> (дата обращения: 12.02.18).



- [11] Darmawan F.R., Soesanto R.P., Kurniawati A., Kurniawan M.T. Competition preparation guideline in undergraduate program of information system school of Industrial Engineering Telkom University based on knowledge conversion // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2017. Vol. 277. id. 012027. DOI: 10.1088/1757-899X/277/1/012027
- [12] Costa E.B., Fonseca B., Santana M.A., de Araújo F.F., Rego J. Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses // Computers in Human Behavior. 2017. Vol. 73. Pp. 247-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.047>
- [13] Sandoval A., Gonzalez C., Alarcon R., Pichara K., Montenegro M. Centralized student performance prediction in large courses based on low-cost variables in an institutional context // The Internet and Higher Education. 2018. Vol. 37. Pp. 76-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.02.002>
- [14] Danaiaata D., Negovan A.M., Hurbean L. Accepting Information Technology Changes in Universities - A Research Framework. In: Silaghi G., Buchmann R., Boja C. (eds) Informatics in Economy. IE 2016. Lecture Notes in Business Information Processing, Springer, Cham, 2018. Vol 273. Pp. 55-69. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73459-0_4
- [15] Безвесильная А.А., Федин Ф.О., Чискидов С.В. Актуальные проблемы разработки электронных учебно-методических комплексов для кафедр образовательных организаций МЧС России // Научные и образовательные проблемы гражданской защиты. 2017. № 4 (35). С. 131-139. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30558215> (дата обращения: 12.02.18).
- [16] Ромашкова О.Н., Чискидов С.В., Фролов П.А. Совершенствование информационной технологии решения задач управления в экономических системах // Современные наукоемкие технологии. 2017. № 10. С. 63-67. URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=30487277> (дата обращения: 12.02.18).
- [17] Гололобова Т.Е., Чискидов С.В., Павличева Е.Н. Актуальные вопросы автоматизации деятельности учебного отдела вуза на примере ИМИИЕН ГАОУ ВО МГПУ // Информационные ресурсы России. 2017. № 2. С. 24-28. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29008618> (дата обращения: 12.02.18).
- [18] Prokhorov E.I., Ponomareva L.A., Permyakov E.A., Kumskov M.I. Fuzzy classification and fast rejection rules in the structure-property problem // Pattern Recognition and Image Analysis (Advances in Mathematical Theory and Applications). 2013. Vol. 23, no. 1. Pp. 130-138. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1054661813010100>
- [19] Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модель учебного процесса в вузе с использованием сетей Петри // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 13, № 2. С. 131-139. DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.2.244>
- [20] Пономарева Л.А., Литвинова К.Р., Горелов В.И. Сравнительный анализ российских рейтинговых систем оценки вуза // Методы, механизмы и факторы международной конкурентоспособности национальных экономических систем: сборник статей Международной научно-практической конференции. 21 октября 2017 г., г. Казань. Ч. 2. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 55-58.
- [21] Ромашкова О.Н., Пономарева Л.А. Модель эффективного управления объединенной образовательной системой (структурой) // Новые информационные технологии в научных исследованиях (НИТ-2017): материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. С. 16-18.
- [22] Пономарева Л.А., Коданев В.Л., Чискидов С.В. Модель управления процессом освоения компетенций в образовательной организации // Новые информационные технологии в научных исследованиях (НИТ-2017): материалы XXII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет. 2017. С. 20-22.
- [23] Пономарева Л.А., Ромашкова О.Н., Василюк И.П. Концептуальная модель изменения рейтинговой оценки вуза // Методы, механизмы и факторы международной конкурентоспособности национальных экономических систем: сборник статей Международной научно-практической конференции, 21 октября 2017 г., г. Казань. Ч. 2. Уфа: АЭТЕРНА, 2017. С. 75-77.
- [24] Пономарева Л.А., Голосов П.Е., Мосягин А.Б., Горелов В.И. Метод эффективного управления процессами освоения компетенций в образовательных средах // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2017. № 9. С. 48-53. URL: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/ru/---etn17-09/3768-a> (дата обращения: 12.02.18).
- [25] Пономарева Л.А., Кочергина Г.М., Перельгина Е.Н. Применение информационно-коммуникационных технологий при изучении банковского дела в колледже // Теоретические и прикладные вопросы науки и образования: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Ч. 9. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2015. С. 104-107.

Поступила 11.01.2018; принята к публикации 12.02.2018; опубликована онлайн 30.03.2018.

REFERENCES

- [1] Ponomareva L.A., Golosov P.E. Development of a mathematical model of the educational process at the University to improve the quality of education. *Fundamental research*. 2017; 2:77-81. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=28800201> (accessed 12.02.18). (In Russian)
- [2] Romashkova O.N., Ermakova T.N. Education quality monitoring in a comprehensive secondary institution with the use of modern IT-based. *Bulletin of Russian Peoples' Friendship University. Series Informatization in Education*. 2014; 4:10-17. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22444217> (accessed 12.02.18). (In Russian)
- [3] Ovchinnikova E.V., Cheskidov S.V. Problems of development and application of interactive educational modules in learning // Science, education, society: trends and perspectives: the Collection of scientific works on materials of the International scientific-practical conference. LLC "Ar.Consult". 2014. Vol. IV. pp. 80-85. (In Russian)
- [4] Ponomareva L.A., Kodanov V.L. Development module of the corporate information system "Educational environment of the



- University" based on cloud technologies // Computer science: problems, methodology, technology: the collection of materials of XVII international scientific conference. Voronezh: LLC «Velborne», 2017. Vol. 3. pp. 393-398. (In Russian)
- [5] Romashkova O.A., Morgunov A.I. Information system for the assessment of the activity results of Moscow secondary educational institutions. *Bulletin of Russian Peoples' Friendship University. Series Informatization in Education*. 2015; 3:88-95. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24323920> (accessed 12.02.18). (In Russian)
- [6] Orlov Y., Zenyuk D., Samuylov A., Moltchanov D., Gaidamaka Y., Samouylov K., Andreev S., Romashkova O. Time-dependent sir modeling for d2d communications in indoor deployments. In *Indoor Deployments, ECMS 2017 Proceedings* Edited by: Zita Zoltay Paprika, Péter Horák, Kata Váradi, Péter TamásZwierczyk, Ágnes Vidovics-Dancs, János Péter Rádics European Council for Modeling and Simulation. 2017. Pp. 726-731. DOI: <https://doi.org/10.7148/2017-0726>
- [7] Drozdova A.A., Guseva A.I. Modern Technologies of E-learning and its Evaluation of Efficiency. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 2017; 237:1032-1038. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2017.02.147>
- [8] Kireev V.S. Development of Fuzzy Cognitive Map for Optimizing E-learning Course. In: Kalinichenko L., Kuznetsov S., Manolopoulos Y. (eds) *Data Analytics and Management in Data Intensive Domains. DAMDID/RCDL 2016. Communications in Computer and Information Science*, Springer, Cham, 2017. Vol. 706. Pp. 47-56. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-57135-5_4
- [9] Kireev V., Silenko A., Guseva A. Cognitive competence of graduates, oriented to work in the knowledge management system in the state corporation "Rosatom". *Journal of Physics: Conference Series*. 2017; 781(1). id. 012060. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/781/1/012060>
- [10] Mavlyudova L.U., Shamsuvalieva E.S., Khadiullina R.R., Mavlyudova L.I. Features of education in high schools in terms of information technology implementation. *International Journal of Pharmacy and Technology*. 2016; 8(2):14606-14613. Available at: <http://www.ijptonline.com/wp-content/uploads/2016/07/14606-14613.pdf> (accessed 12.02.18)
- [11] Darmawan F.R., Soesanto R.P., Kurniawati A., Kurniawan M.T. Competition preparation guideline in undergraduate program of information system school of Industrial Engineering Telkom University based on knowledge conversion. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2017; 277. id. 012027. DOI: [10.1088/1757-899X/277/1/012027](https://doi.org/10.1088/1757-899X/277/1/012027)
- [12] Costa E.B., Fonseca B., Santana M.A., de Araújo F.F., Rego J. Evaluating the effectiveness of educational data mining techniques for early prediction of students' academic failure in introductory programming courses. *Computers in Human Behavior*. 2017; 73:247-256. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.047>
- [13] Sandoval A., Gonzalez C., Alarcon R., Pichara K., Montenegro M. Centralized student performance prediction in large courses based on low-cost variables in an institutional context. *The Internet and Higher Education*. 2018; 37:76-89. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.02.002>
- [14] Danaiaia D., Negovan AM., Hurbean L. Accepting Information Technology Changes in Universities - A Research Framework. In: Silaghi G., Buchmann R., Boja C. (eds) *Informatics in Economy. IE 2016. Lecture Notes in Business Information Processing*, Springer, Cham, 2018. Vol 273. Pp. 55-69. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-73459-0_4
- [15] Bezvesil'naya A.A., Fedin F.O., Chiskidov S.V. Actual problems of development electronic educational-methodical complexes for chair of educational organizations Emergency of Russia. *Scientific and educational problems of the civil defence*. 2017; 4(35):131-139. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=30558215> (accessed 12.02.18). (In Russian)
- [16] Romashkova O.N., Chiskidov S.V., Frolov P.A. Enhancement of information technology of management problems solving in economic systems. *Modern high technologies*. 2017; 10:63-67. Available at: <http://elibrary.ru/item.asp?id=30487277> (accessed 12.02.18). (In Russian)
- [17] Golobova T., Chiskidov S., Pavlicheva E. Topical questions of automation of activity of educational department of the University on the example IMINS MCU. *Information Resources of Russia*. 2017; 2:24-28. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29008618> (accessed 12.02.18). (In Russian)
- [18] Prokhorov E.I., Ponomareva L.A., Permyakov E.A., Kumskov M.I. Fuzzy classification and fast rejection rules in the structure-property problem. *Pattern Recognition and Image Analysis (Advances in Mathematical Theory and Applications)*. 2013; 23(1):130-138. DOI: <https://doi.org/10.1134/S1054661813010100>
- [19] Romashkova O.N., Ponomareva L.A. Model of educational process at university with the use of Petri nets. *Modern Information Technology and IT-education*. 2017; 13(2):131-139. (In Russian) DOI: <https://doi.org/10.25559/SITITO.2017.2.244>
- [20] Ponomareva L.A., Litvinova K.R., Gorelov V.I. Comparative analysis of the Russian rating systems of the University assessment. Methods, mechanisms and factors of international competitiveness of national economic systems: collection of articles of the International scientific and practical conference, October 21, 2017, Kazan. Ufa: AERTERNA, 2017. Part 2. pp. 55-58. (In Russian)
- [21] Romashkova O.N., Ponomareva L.A. Model of effective management of the United educational system (structure). New information technologies in scientific researches (NIT-2017): materials of the XXI all-Russian scientific and technical conference of students, young scientists and specialists. Ryazan: Ryazan State Radio Engineering University. 2017. pp. 16-18. (In Russian)
- [22] Ponomareva L.A., Kodanov V.L., Cheskidov S.V. Model of management of process of development of competences in educational organizations. New information technologies in scientific research (NIT-2017): materials of the XXII all-Russian scientific-technical conference of students, young scientists and specialists. Ryazan: Ryazan State Radio Engineering University. 2017. pp. 20-22. (In Russian)
- [23] Ponomareva L.A., Romashkova O.N., Vasilyuk I. Conceptual model of changing the rating assessment of the University. Methods, mechanisms and factors of international competitiveness of national economic systems: collection of articles of the International scientific-practical conference, October 21, 2017, Kazan. Ufa: AERTERNA, 2017. Part 2. pp. 75-77. (In Russian)
- [24] Ponomareva L.A., Golosov P.E., Mosyagin A.B., Gorelov V.I. Method of effective management of the processes of development of competences in educational environments. *Modern Science: actual problems of theory and practice. Series "Natural & Technical Sciences"*. 2017; 9:48-53. Available at: <http://www.nauteh-journal.ru/index.php/ru/----etn17-09/3768-a> (accessed 12.02.18) (In Russian)
- [25] Ponomareva L.A., Kochergina G.M., Perelygina E.N. The use of information and communication technologies in the study of banking in College. Theoretical and applied issues of science and education: collection of scientific works on the materials of the International scientific-practical conference. Tambov: LLC «Consulting Company Yukom». 2015. Part 9. pp. 104-107. (In Russian)



Submitted 11.01.2018; Revised 12.02.2018; Published 30.03.2018.

About the authors:

Oxana N. Romashkova, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Applied Informatics, Institute of Mathematics, Information Technologies and Natural Sciences, Moscow City University (4, 2nd Selskohoziastvenny proezd, Moscow 129226, Russia); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1646-8527>; oxrom@yandex.ru

Lyudmila A. Ponomareva, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor, Department of Applied Informatics, Institute of Mathematics, Information Technologies and Natural Sciences, Moscow City University (4, 2nd Selskohoziastvenny proezd, Moscow 129226, Russia); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6708-2755>, ponomarevala@bk.ru

Igor P. Vasilyuk, applicant of the Applied Informatics Department, Institute of Mathematics, Information Technologies and Natural Sciences, Moscow City University (4, 2nd Selskohoziastvenny proezd, Moscow 129226, Russia); ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5358-3738>, ipvkod@mail.ru



This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License which unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited (CC BY 4.0).