

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ВУЗОВ) ПРИВОЛЖСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

SIMULATION OF HIGHER EDUCATION (UNIVERSITIES) SYSTEM PERFORMANCE IN THE VOLGA FEDERAL DISTRICT

Л. П. Бакуменко, Марийский государственный университет, г. Йошкар-Ола
lpbakum@mail.ru

L. Bakumenko, Mari State University, Yoshkar-Ola,



Статья посвящена применению метода многомерной классификации – обобщенного дискриминантного анализа для классификации вузов Приволжского федерального округа по уровню эффективности. *Объектом исследования* является система высшего образования. *Предметом исследования* является возможность классификации вузов по эффективности и результативности деятельности. *Цель исследования* заключается в определении реального положения и позиций в регионе 90 вузов Приволжского федерального округа по трем уровням эффективности: высокий, средний, низкий. В качестве *методов исследования* использовался дискриминантный анализ. При дискриминантном анализе создается прогностическая модель (формирование функций классификации), что позволяет провести классификацию других вузов по выбранной системе показателей для проверки возможного отнесения их к одной из групп по уровню эффективности: высокий, средний, низкий. Для классификации в качестве зависимой переменной определена переменная «Экспертная оценка», категориальные предикторы: «Тип вуза», «Аккредитация», «Общежитие», непрерывные предикторы (это численные переменные «Количество обучающихся», «Средний балл ЕГЭ», «Количество направлений подготовки» и «Число публикаций РИНЦ»). Таким образом, по результатам проведенного анализа построена автоматическая классификация, позволяющая в дальнейшем использовать ее для более точного определения класса того или иного вуза без обращения к экспертам. Для повышения точности классификации установлены наблюдения, которые были классифицированы неправильно и исправлены соответствующие экспертные оценки. Для этого проанализированы значения квадратов расстояний Махаланобиса и апостериорные вероятности. Таким образом, используя методы классификации, можно строить модели для целей предварительного анализа и прогнозирования деятельности как высших учебных заведений, так и предприятий и фирм

Ключевые слова: мониторинг; университеты; дискриминантный анализ; функции классификации; эффективность; экспертные оценки; прогностическая модель; Приволжский федеральный округ; моделирование; Россия

The article is devoted to the multidimensional classification method application - a generalized discriminant analysis for the classification of universities in the Volga Federal District by the level of efficiency. The *subject of the research* is the possibility of classifying universities according to the effectiveness and results of their activities. The *purpose of the work* is to determine the real situation and positions of 90 universities in the Volga Federal District according to three levels of efficiency: high, medium, low. Discriminant analysis was used as a research method. With the help of discriminant analysis, a predictive model is created (the formation of classification functions), which makes it possible to classify other universities according to the selected system of indicators to check the possible assignment of them to one of the groups according to the level of their effectiveness. To carry out the classification, the variable "Expert assessment", categorical predictors have been determined as a dependent variable: "Type of university", "Accreditation", "Dormitory", continuous predictors (these are the numerical variables "Number of students", "Average score of the Exam", "Number of training areas" and

“Number of publications of the RSCI”). Thus, according to the results of the analysis, an automatic classification has been created, which allows it to be used in the future to more accurately determining of a particular university class without contacting with experts. To improve the accuracy of the classification, it has been determined which of the observations are classified incorrectly and the relevant expert assessments have been corrected. To do this, the values of the squares of mahalanobis distances and a posteriori probabilities have been analyzed. Thus, using classification methods with training, it is possible to build models that can be used for the purposes of preliminary analysis and forecasting of the activities of both higher education institutions based on the results of their activities, and other enterprises and firms

Key words: monitoring; universities; discriminant analysis; classification functions; efficiency; expert assessments; predictive model; Volga Federal District; modeling; Russia

Введение. Совершенствование российской системы образования – одна из приоритетных задач современной России. Профессиональное образование в России представляет собой трехуровневую систему – бакалавриат (специалитет); магистратура, аспирантура [2].

Мониторинг эффективности деятельности образовательных организаций высшего образования проводится ежегодно с 2012 г. За прошедший период почти девять лет с начала введения системы мониторинга в системе высшего образования произошли значительные изменения: менялась сама структура системы, основные правила функционирования, включая механизмы финансирования [11]. Тем не менее, мониторинг вузов – это единственный механизм, позволяющий проводить объективную оценку деятельности организаций высшего образования как с точки зрения реализуемой ими образовательной, научно-исследовательской деятельности, так и с точки зрения финансово-экономической деятельности, а также оценку состояния инфраструктуры. В мониторинге большей частью отражаются основные показатели деятельности вузов – доходы от образовательной и научной деятельности, талантливые абитуриенты и студенты, иностранные студенты. Мониторинг отражает соотношения ресурсов и результатов для каждого вуза или является мониторингом результативности (performance) [12].

С 2014 г. в мониторинг эффективности включены негосударственные вузы. По результатам проводимых мониторингов принимались решения по сокращению и оптимизации вузов (до 2015 г.). В последнее время среди вузов можно констатировать выделение двух групп: ведущие российские

университеты, ориентированные на международные и общероссийские задачи рынков образования и исследований, и группы региональных вузов, ориентированные на решение региональных задач [3].

Начиная с 2016 г., для выявления вузов с более качественной подготовкой и расширенными социальными и научными направлениями работы принят ряд программных документов, появилась Программа развития опорных университетов. Целью данной программы стало повышение привлекательности регионов как образовательных, исследовательских и инновационных центров среди местного населения, а также выхода на новый уровень научной и образовательной деятельности вузов через повышение конкурентоспособности университетов в регионах. Задачи опорного вуза должны быть направлены на развитие фундаментальной и прикладной науки, трансфера технологий и коммерциализации научных разработок; практико-ориентированную подготовку высококвалифицированных кадров, способных внести эффективный вклад в прогрессивное развитие России; активное воздействие на социально-экономическое и духовное развитие региона, формирование и удовлетворение интеллектуальных, научно-образовательных и нравственных потребностей личности, общества и государства.

В октябре 2016 г. Министерством образования РФ запущен приоритетный проект «Вузы как центры пространства создания инноваций», задачами которого являлась поддержка ведущих университетов как центров регионального инновационного развития.

В 2018 г. приняты национальные проекты «Образование» и «Наука», установленные Указом президента России от 7 мая 2018 г.

№ 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [9]. Принятие данных проектов нацелено на создание новой системы стратегического планирования на основе национальных и федеральных проектов с ответственностью руководителей за выполнение конкретных мероприятий и достижение запланированных значений показателей.

Фактически основные стратегические позиции в сфере высшего образования отображены в трех национальных проектах: «Образование», «Наука», «Цифровая экономика Российской Федерации» [6].

В 2020 г. запущен новый проект «Приоритет -2030» [5]. «Приоритет-2030» – крупнейшая федеральная программа поддержки и развития вузов, предполагающая ежегодное финансирование до 2030 г. в размере 100 млн р. в год. Всего к участию в конкурсе допущено 192 вузов-участников со всех регионов России, общее количество стратегических проектов всех участников – 409. По итогам конкурса комиссией отобраны 106 университетов, представивших достойные стратегии развития, соответствующие национальным и региональным целям на ближайшие десять лет [8].

Таким образом, основными направлениями развития высшего образования, федеральных проектов являются: повышение международной конкурентоспособности высшего образования, экспорт образования, кадры для цифровой экономики и непрерывное образование [13]. Особое внимание уделено системе подготовки научных кадров и развитию ведущих научно-образовательных центров [8].

Цель исследования. Большой объем рассматриваемых характеристик вузов, определяющих их положение в различных рейтингах и программах, не всегда дает возможность определить их реальное положение и занимаемые позиции в регионах. С этой целью проведена классификация вузов по уровню эффективности 90 вузов Приволжского федерального округа [4; 8].

Методология и методы исследования.

В качестве признаков, характеризующих деятельность рассматриваемых вузов, рассмотрены следующие показатели:

- 1) тип вуза (государственный/негосударственный);
- 2) аккредитация (пройдена/не пройдена);
- 3) количество обучающихся, человек;
- 4) средний балл ЕГЭ, балл;
- 5) наличие общежитий, ед.;
- 6) количество направлений подготовки (бакалавриат и специалитет), ед.;
- 7) число публикаций РИНЦ, шт.

В качестве метода классификации вузов по выбранным показателям с учетом экспертной оценки использовался метод обобщенного дискриминантного анализа, реализованного в пакете Statistica.

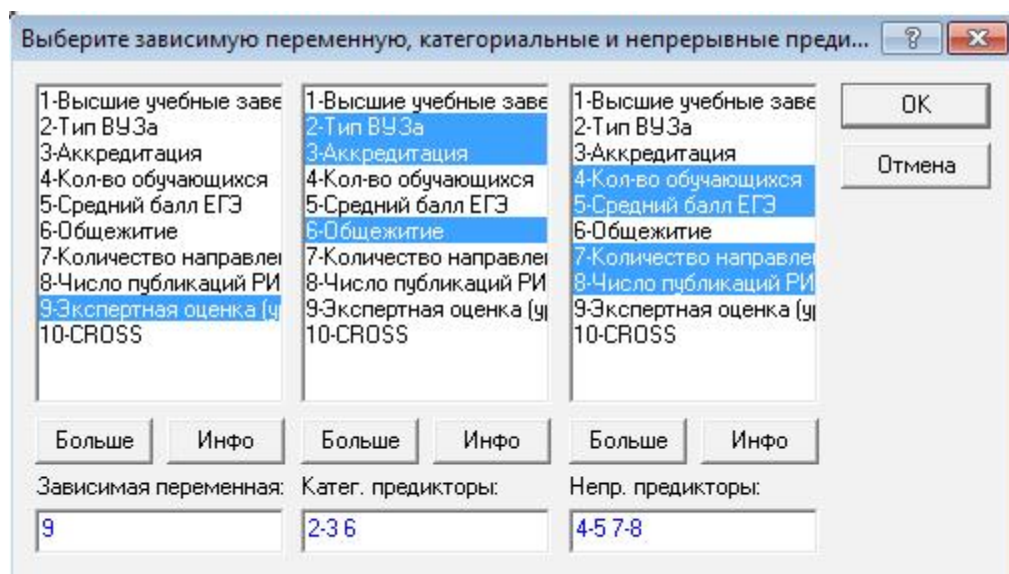
Для каждого вуза определена переменная “экспертная оценка”, которая отражала мнение экспертов об уровне эффективности высшего учебного заведения. В отличие от классического дискриминантного анализа Фишера в ОДА (GDA) независимые переменные могут быть как категориальными (качественными), так и непрерывными (количественными). Кроме того, имеется возможность учитывать взаимодействия между предикторами.

Качество модели при этом оценивается с помощью процедуры кросс-проверки (cross-validation).

Для проведения классификации в качестве зависимой переменной определена переменная «Экспертная оценка», категориальные предикторы: «Тип вуза», «Аккредитация», «Общежитие», непрерывные предикторы (это численные переменные «Количество обучающихся», «Средний балл ЕГЭ», «Количество направлений подготовки» и «Число публикаций РИНЦ») (см. рисунок).

Для определения переменных, разделяющих две совокупности, вычисляется дискриминантная функция. По значениям коэффициентов дискриминационной функции можно сделать вывод о том, что первая дискриминантная функция наиболее тяжело взвешивается переменной «Количество направлений подготовки» и взаимодействием предикторов «Количество обучающихся» и «Количество направлений подготовки».

Проверка дискриминантных функций на статистическую значимость проведена с помощью Хи-квадрат критерии для удалённых корней (табл. 1).



Выбор переменных / Selecting variables

Таблица 1 / Table 1

Проверка статистической значимости дискриминантной функции /
Checking the statistical significance of the discriminant function

Удал.	Критерии хи-квадрат с последовательно удаленными корнями (исходные данные) / Сигма-ограниченная параметризация / Chi-square criteria with sequentially removed roots (source data) Sig-ma-limited parametrization					
	Собст. знач.	Канон. R	Уилкса Лямбда	Хи-кв.	сс	p-ур.
0	3,108191	0,869818	0,094009	107,5788	48,00000	0,000002
1	1,589294	0,783450	0,386206	43,2880	23,00000	0,006401

Лямбда Уилкса определяется отношением внутригрупповой суммы квадратов к общей сумме квадратов. Данный коэффициент характеризует долю дисперсии оценок дискриминантной функции, которая не обусловлена различиями между группами. Принимает значение 1 в случае, если средние значения для всех групп оказываются равными, и уменьшается с ростом разностей средних значений.

Хи-квадрат – мера статистического отличия друг от друга уровней дискриминанта. Чем больше значение этого показателя, тем сильнее отличие и тем лучше дискриминантная функция соответствует своему назначению.

Статистическая значимость определяется значением p , при условии $p \leq 0,5$ подтверждается статистическая значимость. Можно сказать, что дискриминантные функции статистически значимы.

Для построения классификационных функций, определяющих возможность отнесения любых вузов по уровню эффективности к определенным группам: перспективные, устойчивые или с низким уровнем эффективности использовалась формула

$$f_i = \sum_j a_{ij} x_j + a_0,$$

где f_i – i -я функция классификации,

x_j – j -й эффект плана,

a_{ij} – коэффициент i -й функции классификации при j -м эффекте плана,

a_0 – свободный член.

Результаты исследования и их обсуждения. Используемые для анализа уровня эффективности работы высших учебных заведений Приволжского федерального округа представлены в качестве «обучающей выборки». На её основе при помощи дискриминантного анализа получены дискриминирующие функции, которые и являются прогностиче-

скими для определения любых высших учебных заведений к определенным группам по уровню эффективности по рассматриваемым показателям [1].

Коэффициенты построенных функций классификации (классификационных функций) представлены в табл. 2.

Таблица 2 / Table 2

Коэффициенты функций классификаций / Coefficients of classification functions

Эффект / Effect	Функции классификации для Экспертная оценка (уровень эффективности) (исходные данные) Сигма-ограниченная параметризация / Classification functions for Expert Evaluation (level of effectiveness) (initial data) Sigma-limited parametrization				
	Уровень эффект. / Effect Level	Столбец / Column	Перспективные $p = ,1333$ / Promising $p = ,1333$	Устойчивые $p = ,7500$ / Sustainable $p = ,7500$	Низкий уровень эффективности $p = ,1167$ / Low level of efficiency $p = ,1167$
Св. член / member		1	-4858,46	-4848,54	-4868,37
Тип вуза / Type of university	государственный	2	7687,47	7684,37	7653,41
Аккредитация / Accreditation	пройдена	3	171,00	166,43	157,41
Общежитие / Hostel	есть	4	23,61	23,58	28,29
Кол-во обучающихся / Number of students		5	0,73	0,73	0,73
Средний балл ЕГЭ / Average exam score		6	134,05	134,04	134,40
Количество направлений подготовки (бакалавриат и специалитет) / Number of training areas (bachelor's degree and specialty)		7	468,98	469,41	477,21
Число публикаций РИНЦ / Number of RSCI publications		8	0,09	0,09	0,09

Число функций классификации равно количеству уровней зависимой переменной, т. е. в данном случае их три по числу групп (перспективные, устойчивые или с низким уровнем эффективности).

С учетом только главных эффектов (не учитывать взаимодействия) функция классификации для уровня «Перспективные» зависимой переменной примет вид

$$F_{\text{перспективные}} = -4858,46 + 7687,47 * \text{Тип вуза} + 171 * \text{Аккредитация} + 23,61 * \text{Общежитие} + 0,73 * \text{Количество обучающихся} + 134,05 * \text{Средний балл ЕГЭ} + 468,98 * \text{Количество направлений подготовки} + 0,09 * \text{Количество публикаций РИНЦ}.$$

Аналогично записываются функции классификации для остальных уровней. Затем для каждого конкретного наблюдения, которое должно быть классифицировано, вычисляются все функции классификации. Наблюдение будет отнесено к тому классу, для

которого функция классификации примет наибольшее значение [7].

Для проверки качества классификации построена матрица классификации (табл. 3).

Построенная модель определяет экспертную оценку с точностью 90 %. При этом лучше всего она определяет оценку для вузов со средним уровнем эффективности (устойчивые) – 95,56 %, хуже – для вузов с высоким уровнем эффективности (перспективные) – 75 %. Это удовлетворительный результат. Он завышен, т. к. классифицировались те же наблюдения, которые использовались для построения модели.

Более точную проверку качества классификации дает проверка с использованием процедуры кросс-проверки. Для выполнения процедуры кросс-проверки определена переменная CROSS, которая задает принадлежность соответствующего наблюдения к тестовой выборке.

Таблица 3/ Table 3

Матрица классификации / Classification matrix

Класс / Class	Матрица классификации (исходные данные) Строки: Наблюдаемые Столбцы: Предсказанные / Classification matrix (source data) Rows: Observed Columns: Predicted			
	Доля правил / Share of rules	Перспективные p =,1333 / Prospective p =,1333	Устойчивые p=,7500 / Stable p =,7500	Низкий уровень эффективности p =,1167 / Low level p =,1167
Перспективные / Promising	75,00000	6,000000	2,00000	0,000000
Устойчивые / Sustainable	95,55556	2,000000	43,00000	0,000000
Низкий уровень / Low level	71,42857	0,000000	2,00000	5,000000
Всего / Total	90,00000	8,000000	47,00000	5,000000

Для этого использовалась матрица классификации для кросс-проверочной выборки (табл. 4).

Таблица 4 / Table 4

Классификация кросс-проверочной выборки / Classification of the cross-validation sample

Класс / Class	Матрица классификации (кросс-проверочная выборка) Строки: Наблюдаемые Столбцы: Предсказанные / Classification matrix (cross-validation selection) Rows: Observed Columns: Predicted			
	Доля правил / Share of rules	Перспективные p =,1333 / Prospective p =,1333	Устойчивые p =,7500 / Stable p =,7500	Низкий уровень p =,1167 / Low level p =,1167
Перспективные / Promising	66,6667	4,000000	2,00000	0,000000
Устойчивые / Sustainable	95,0000	1,000000	19,00000	0,000000
Низкий уровень / Low level	100,0000	0,000000	0,00000	4,000000
Всего/ Total	90,0000	5,000000	21,00000	4,000000

По полученным значениям матрицы точность общей классификации равна 90 %, при этом для вузов с низким уровнем эффективности – 100 %, для вузов со средним уровнем эффективности (устойчивые) – 95 %.

Для повышения точности классификации определено, какие из наблюдений классифицированы неправильно, и исправлены соответствующие экспертные оценки. Для этого проанализированы значения квадратов расстояний Махаланобиса и апостериорные вероятности. В качестве ошибочно отнесенных к своим группам оказались наблюдения: 3 – Уфимский государственный нефтяной технический университет-высокий уровень («Перспективные»), 31 – Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова – средний уровень («Устойчивые»), 18 – Башкирский государственный универ-

ситет – средний уровень («Устойчивые»), 24 – Чувашский государственный университет им. И. Н. Ульянова – средний уровень («устойчивые»), 83 – Волжский институт им. Татищева – низкий уровень, 88 – Оренбургский государственный институт менеджмента – низкий уровень.

После проведения корректировки отнесения данных вузов к своим группам получена 100 %-ная матрица классификаций (табл. 5).

В результате корректировки экспертные оценки приняли значения «Устойчивые» для Уфимского государственного нефтяного технического университета (понижение уровня), Волжский институт им. Татищева (повышение уровня), Оренбургский государственный институт менеджмента (повышение уровня). Значение «Перспективные» получили Саратовский государственный аграрный уни-

верситет им. Н. И. Вавилова (повышение уровня), Башкирский государственный университет (повышение уровня), Чувашский го-

сударственный университет им. И. Н. Ульянова (повышение уровня).

Таблица 5 / Table 5

Матрица классификации после корректировки / Classification matrix after adjustment

Класс / Class	Матрица классификации (исходные данные) Строки: Наблюдаемые Столбцы: Предсказанные / Classification matrix (source data) Rows: Observed Columns: Predicted			
	Доля правил / Share of rules.	Перспективные p =,1333 / promising p =,1333	Устойчивые p =,7500 / stable p =,7500	Низкий уровень p =,1167 / low level p =,1167
Перспективные / Promising	100,0000	4,000000	0,000000	0,000000
Устойчивые / Sustainable	100,0000	0,000000	21,000000	0,000000
Низкий уровень / Low level	100,0000	0,000000	0,000000	4,000000
Всего / Total	100,0000	4,000000	21,000000	4,000000

Повторно получены значения коэффициентов функций классификации. Функции классификации в данном случае приняты вид

$$F_{\text{перспективные}} = -4919,18 + 7850,02 * \text{Типвуза} + 177,43 * \text{Аккредитация} + 21,28 * \text{Общежитие} + 0,73 * \text{Количество обучающихся} + 135,5 * \text{Средний балл ЕГЭ} + 471,6 * \text{Количество направлений подготовки} + 0,08 * \text{Количество публикаций РИНЦ};$$

$$F_{\text{устойчивые}} = -4909,02 + 7846,77 * \text{Типвуза} + 172,77 * \text{Аккредитация} + 21,25 * \text{Общежитие} + 0,73 * \text{Количество обучающихся} + 135,5 * \text{Средний балл ЕГЭ} + 472,05 * \text{Количество направлений подготовки} + 0,08 * \text{Количество публикаций РИНЦ};$$

$$F_{\text{низкий уровень}} = -4928,31 + 7815,73 * \text{Типвуза} + 163,65 * \text{Аккредитация} + 25,99 * \text{Общежитие} + 0,73 * \text{Количество обучающихся} + 135,84 * \text{Средний балл ЕГЭ} + 479,89 * \text{Количество направлений подготовки} + 0,08 * \text{Количество публикаций РИНЦ}.$$

Используя данные модели в качестве тестируемых (прогностических), выбраны пять вузов: Южный федеральный университет, Уральский государственный горный университет, Омский государственный университет им. Столыпина, Воронежский государственный технический университет, Санкт-Петербургский государственный экономический университет. Получены результаты, по которым Южный федеральный университет и Санкт-Петербургский государственный эко-

номический университет можно отнести к университетам с высокой эффективностью работы («Перспективные»), а остальные вузы – Уральский государственный горный университет, Омский государственный университет им. Столыпина, Воронежский государственный технический университет – к вузам со средней эффективностью («Устойчивые»).

Закключение. Приведенная классификация 90 вузов Приволжского федерального округа по системе показателей, определяющих эффективность их работы, позволила разделить их на три группы: с эффективностью («Перспективные», «Устойчивые» и «С низким уровнем эффективности»). Примененный метод классификации – дискриминантный анализ позволил построить прогностические модели (с использованием сформированных функций классификации), которые можно использовать для классификации других вузов по выбранной системе показателей и для проверки возможного отнесения их к одной из групп и для предварительного определения класса того или иного вуза без обращения к экспертам.

Таким образом, применяя методы классификации с обучением, можно строить модели, которые можно использовать для целей предварительного анализа и прогнозирования деятельности как высших учебных заведений по результатам их деятельности, так и других предприятий и фирм.

Список литературы

1. Бакуменко Л. П. Типологизация предприятий нефтегазовой промышленности // Учет и статистика. 2019. № 4. С. 30–39.
2. Боброва Т. А. Современная система высшего образования Российской Федерации: основные проблемы и пути их решения // Молодой ученый. 2018. № 45. С. 127–130.
3. Бондаренко Н. В., Гохберг Л. М., Ковалева Н. В. Образование в цифрах: 2019: краткий статистический сборник. М.: НИУ Высшей школы экономики, 2019. 96 с.
4. Единая информационная система обеспечения деятельности Министерства образования и науки Российской Федерации. URL: <http://eis.mon.gov.ru> (дата обращения: 12.11.2021). Текст: электронный.
5. Министерство науки и высшего образования РФ: [официальный сайт]. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/> (дата обращения: 12.11.2021). Текст: электронный.
6. Министерство просвещения России: [официальный сайт]. URL: <https://edu.gov.ru> (дата обращения: 12.11.2021). Текст: электронный.
7. Мудров В. А. Алгоритмы выполнения дискриминантного анализа в биомедицинских исследованиях с помощью пакета программ SPSS/ ЭНИ // Забайкальский медицинский вестник. 2020. № 4. С. 222–231.
8. Национальный рейтинг университетов. Интерфакс Образование. URL: <https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2018&page=2> (дата обращения: 12.11.2021). Текст: электронный.
9. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации [от 7 мая 2018 г. № 204]. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 12.11.2021). Текст: электронный.
10. Романов Е. В. Оценка эффективности деятельности вузов: противоречия и парадоксы. Ч. II. // Образование и наука. 2019. 21(10). С. 32–52.
11. Университеты на перепутье: Высшее образование в России / под ред. Д. П. Платоновой, Я. И. Кузьминова, И. Д. Фрумина. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 319 с.
12. Цивинская А. О., Губа К. С. Мониторинг эффективности образовательных организаций как источник данных о российском высшем образовании // Университетское управление: практика и анализ. 2020. № 24(2). С. 121–130.
13. Regional Ranking EECA 2021. Top Universities. URL: <https://www.topuniversities.com>. (дата обращения: 24.09.2021). Текст: электронный.

References

1. Bakumenko L. P. *Uchet i statistika* (Accounting and statistics), 2019, no. 4. pp. 30–39.
2. Bobrova T. A. *Molodoy ucheny* (Young scientist), 2018, no. 45, pp. 127–130.
3. Bondarenko N.V., Gokhberg L. M., Kovaleva N. V. *Obrazovaniye v tsifrah: 2019: kratkiy statisticheskiy sbornik* (Education in figures: 2019: a short statistical collection). Moscow: National Research University Higher School of Economics, 2019.96 p.
4. *Yedinaya informatsionnaya sistema obespecheniya deyatelnosti Ministerstva obrazovaniya i nauki Rossiyskoy Federatsii* (Unified information system for supporting the activities of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation). Available at: <http://eis.mon.gov.ru> (date of access: 12.11.2021). Text: electronic.
5. *Ministerstvo nauki i vysshego obrazovaniya RF*: [official site] (Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation: [official site]). Available at: <https://minobrnauki.gov.ru/> (date of access: 12.11.2021). Text: electronic.
6. *Ministerstvo prosveshcheniya Rossii*: [official site] (Ministry of Education of Russia: [official site]). Available at: <https://edu.gov.ru> (date of access: 12.11.2021). Text: electronic.
7. Mudrov V. A. *Zabaykalskiy meditsinskiy vestnik* (Transbaikal medical bulletin), 2020, no. 4, pp. 222–231.
8. *Natsionalny reyting universitetov. Interfaks Obrazovaniye* (National University Rankings. Interfax Education). Available at: <https://academia.interfax.ru/ru/ratings/?rating=1&year=2018&page=2> (date of access: 12/11/2021). Text: electronic.
9. *O natsionalnykh tselyakh i strategicheskikh zadachah razvitiya Rossiyskoy Federatsii na period do 2024 goda: Ukaz Prezidenta Rossiyskoy Federatsii* [ot 7 maya 2018 g. № 204] (On the national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation [Dated by May 7, 2018 no. 204]). Available at: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027> (date of access: 12.11.2021). Text: electronic.
10. Romanov Ye. V. *Obrazovaniye i nauka* (Education and Science), 2019, 21 (10), pp. 32–52.

11. *Universitety na pereputye: Vyssheye obrazovaniye v Rossii* / pod red. D. P. Platonovoy, Ya. I. Kuzminova, I. D. Frumina (Universities at a Crossroads: Higher Education in Russia / ed. D.P. Platonova, Ya.I. Kuzminova, I.D. Frumin). Moscow: Ed. House of the Higher School of Economics, 2019, 319 p.

12. Tsivinskaya A. O., Guba K. S. *Universitetskoye upravleniye: praktika i analiz* (University management: practice and analysis), 2020, no. 24 (2), pp. 1–130.

13. *Regional Ranking EECA 2021. Top Universities* (Regional Ranking EECA 2021. Top Universities). Available at: <https://www.topuniversities.com> (date of access: 12.11.2021). Text: electronic.

Информация об авторе**Information about the author**

Бакуменко Людмила Петровна, д-р экон. наук., профессор, зав. кафедрой прикладной статистики и цифровых технологий, Марийский государственный университет, Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, Россия. Область научных интересов: система высшего образования
lpbakum@mail.ru

Lyudmila Bakumenko, doctor of economic sciences, professor, head of the Applied Statistics and Digital Technologies department, Mari State University, Republic of Mari El, Yoshkar-Ola, Russia. Scientific interests: higher education system

Для цитирования

Бакуменко Л. П. Моделирование эффективности работы системы высшего образования (вузов) Приволжского федерального округа // Вестник Забайкальского государственного университета. 2021. Т. 27, № 10. С. 85–93. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-10-85-93.

Bakumenko L., Simulation of higher education (universities) system performance in the Volga Federal District // Transbaikal State University Journal, 2021, vol. 27, no. 10, pp. 85–93. DOI: 10.21209/2227-9245-2021-27-10-85-93.

Статья поступила в редакцию: 08.11.2021 г.

Статья принята к публикации: 16.12.2021 г.