

Разработка предложений по продвижению университета в международном институциональном рейтинге QS на основе методов статистического анализа*

Цель исследования. Целью исследования является выработка научно-обоснованных предложений по повышению целевых показателей деятельности университета в международном институциональном рейтинге QS до требуемых значений с учетом наличия совокупности латентных (скрытых) факторов, от изменения которых зависит степень достижения заданных значений базовых показателей и, как следствие, уровня рейтинга университета.

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели использованы методы статистического анализа (корреляционно-регрессионный и факторный анализ), позволившие выявить степень влияния латентных факторов на базовые показатели и главного показателя (рейтингового функционала). В ходе исследования решены следующие задачи: идентификация латентных факторов, влияющих на базовые показатели деятельности университета, оценка их значимости и степени влияния на базовые показатели, а также их группирование. На основе результатов корреляционно-регрессионного и факторного анализа сформулированы мероприятия по достижению заданных значений показателей институционального рейтинга QS университета.

Результаты. Предложен подход к решению задачи обеспечения условий для достижения требуемых значений показателей деятельности университета в международном институциональном рейтинге QS с использованием моделей, разработанных на основе методов корреляционно-регрессионного и факторного

анализа. Получены оценки взаимосвязей показателей и рейтинга университета на основе методов корреляционно-регрессионного анализа. Проведен сравнительный анализ полученных результатов по университетам референтной группы. Решена задача идентификации факторов, оказывающих влияние на изменение значений показателей, проведена оценка степени этого влияния. С учетом полученных результатов выработаны обоснованные предложения по достижению требуемых значений базовых показателей и рейтингового функционала университета.

Заключение. Полученные в ходе исследования результаты, позволили обосновать мероприятия, необходимые для решения задачи достижения заданных показателей деятельности университета. На основе корреляционной модели получены корреляционные зависимости между рейтинговым функционалом и базовыми показателями. Интерпретация результатов факторного анализа позволила выявить совокупность факторов, оказывающих существенное влияние на базовые показатели. Показано, что мероприятия по достижению заданных показателей необходимо проводить с учетом выявленных корреляционных зависимостей между факторами и базовыми показателями, а также результатами интерпретации разработанной факторной модели.

Ключевые слова: корреляционно-регрессионный анализ, факторный анализ, базовые показатели, институциональный рейтинг

Andrey A. Mikryukov, Mikhail S. Gasparian, Dmitry S. Karpov

Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia

Proposals for university promoting in QS rating based on the methods of statistical analysis

The purpose of the study. The purpose of the study is to develop scientifically based proposals to increase the university performance indicators in the international institutional rating QS to the required values, taking into account the presence of a combination of latent (hidden) factors, the degree of achievement of the set values of the basic indicators and, as a result, the university ranking level.

Materials and methods. To achieve this goal, methods of statistical analysis (correlation-regression and factor analysis) were used, which made it possible to identify the degree of influence of latent factors on basic indicators and the main indicator (rating functional). During the study, the following tasks were solved: identification of latent factors affecting the basic indicators of the university, an assessment of their significance and degree of influence on the basic indicators, as well as their grouping. Based on the results of the correlation - regression and factor analysis, measures are formulated to achieve the specified values of the QS University institutional rating indicators.

Results. An approach to solving the problem of providing conditions for achieving the required values of university performance indicators in the international institutional ranking QS using models developed based on the methods of correlation-regression and factor analysis is proposed. Estimates of the relationship of indicators and university

ranking based on the methods of correlation and regression analysis are obtained. A comparative analysis of the results obtained at the universities of the reference group is made. The problem of identifying factors that influence the change in the values of indicators is solved; the degree of this influence is assessed. Based on the results obtained, reasonable proposals have been developed to achieve the required values of the basic indicators and the rating functional of the university.

Conclusion. The results obtained in the course of the study made it possible to justify the measures necessary to solve the problem of achieving the specified performance indicators of the university. Based on the correlation model, correlation dependencies between the rating functional and basic indicators are obtained. Interpretation of the results of factor analysis allowed us to identify a set of factors that have a significant impact on the basic indicators. It is shown that measures to achieve the specified indicators must be carried out taking into account the revealed correlation dependencies between factors and basic indicators, as well as the interpretation results of the developed factor model.

Keywords: correlation-regression analysis, factor analysis, basic indicators, institutional rating

* Статья написана при поддержке РФФИ, проекты №18-07-00918А, №19-07-01137, № 20-07-00926А.

Введение

Как известно, Министерством образования и науки запущен «Проект 5-100», который представляет собой государственную программу поддержки крупнейших российских вузов [1]. Целью проекта является повышение престижности российского высшего образования и вывод не менее пяти университетов из числа участников проекта в сотню лучших вузов трёх авторитетных мировых рейтингов: Quacquarelli Symonds (QS), Times Higher Education (THE) и Academic Ranking of World Universities.

В настоящее время в институциональный рейтинг QS вошли 25 российских университетов [2, 3]. На первом месте среди российских вузов находится Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, который вошел в топ-100 институционального рейтинга на 84-ой позиции, на втором месте – Новосибирский национальный исследовательский государственный университет (231-я позиция), участвующий в «Проекте 5-100», на третьем месте – Санкт-Петербургский государственный университет (234-я позиция). Высшая школа экономики (ВШЭ) по состоянию на 2020 г. занимает 322-ю позицию, Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» – 451-ю позицию, РЭУ им. Г.В. Плеханова – 776-ю позицию.

За последние 5 лет российские вузы показали заметную динамику по вхождению в топ-500 институционального рейтинга QS, увеличив свое представительство в полтора раза (с 9 до 16) в основном благодаря участникам «Проекта 5-100». Этот показатель является одним из основных ориентиров федерального проекта «Молодые профессионалы».

С учетом вышесказанного, руководством РЭУ им. Г.В. Плеханова была сформу-

лирована задача передвинуться в мировом рейтинге университетов QS к 2025г. на позицию, которую сегодня занимает «МИСиС». С этой целью был проведен анализ условий достижения заданной позиции и на основе разработанных моделей обоснованы предложения по обеспечению выполнения поставленной задачи.

Поставленная задача решалась в 3 этапа. На первом этапе проведен анализ корреляции базовых показателей, обеспечивающих продвижение РЭУ им. Г.В. Плеханова в институциональном рейтинге QS World University Ranking: академическая репутация, репутация у работодателя, отношение числа студентов к числу научно-педагогических работников, цитирования на преподавателя, международные преподаватели, международные студенты. Перечисленные показатели включены в систему рейтингования университетов и представлены в информационно-аналитической системе QS-analytics. На основе методов корреляционно-регрессионного анализа в среде аналитической платформы Deductor 5.3 рассчитаны коэффициенты попарной корреляции значений функционала и базовых показателей для РЭУ им. Г.В. Плеханова и университета «МИСиС». На основе полученных значений проведен анализ корреляции показателей обеспечивающих продвижение РЭУ им. Г.В. Плеханова в институциональном рейтинге QS World University Ranking

Результаты расчетов позволили выявить тесноту связей между базовыми показателями и рейтинговым функционалом. На следующем этапе исследования были выявлены скрытые (латентные) факторы, влияющих на базовые показатели деятельности университета, с использованием методов факторного анализа. Проведена оценка их значимости и степени влияния на базовые

показатели, а также их группирование. Применение математического аппарата факторного анализа позволило снизить размерность решаемой задачи и обеспечить группирование и структурирование полученных данных.

Интерпретация результатов факторного анализа позволила выявить латентные факторы, обеспечивающие основной вклад в получение конечного результата. На третьем этапе исследования выполнено обоснование совокупности мероприятий по достижению плановых показателей для повышения институционального рейтинга QS университета.

Таким образом, предложен подход к решению задачи обеспечения условий для достижения требуемых значений показателей деятельности университета в международном институциональном рейтинге QS с использованием моделей, разработанных на основе методов статистического анализа.

Анализ корреляции показателей, обеспечивающих продвижение РЭУ им. Г. В. Плеханова в институциональном рейтинге QS World University Ranking

В институциональном рейтинге лучших вузов мира **QS World University Ranking** университеты оцениваются по значению рейтингового функционала, рассчитываемого на основе следующих шести базовых показателей [4]:

– академическая репутация (AR), вносит 40% вклада в значение рейтинга;

– репутация у работодателя (PR) – 10% вклада в значение рейтинга;

– отношение числа студентов к числу научно-педагогических работников (NPR) (ОСП), – 20% вклада в значение рейтинга;

Таблица 1

Матрица корреляции рейтингового функционала с базовыми показателями при использовании критериев Пирсона

№ п/п	Базовые показатели	Рейтинговый функционал РЭУ	Рейтинговый функционал МИСИС
1.	АР	0,152	0,854
2.	РР	0,726	0,607
3.	ОСП	0,939	0,511
4.	ЦП	0,141	0,883
5.	МП	0,182	0,494
6.	МС	0,604	0,667

Таблица 2

Шкала Чеддока

Коэффициент парной корреляции	Сила связи
до 0,3	Практически отсутствует
0,3–0,5	Слабая
0,5–0,7	Заметная
0,7–0,9	Сильная
0,9–0,99	Очень сильная

– цитирования на преподавателя (ЦП) – 5% вклада в значение рейтинга;

– международные преподаватели (МП) – 20% вклада в значение рейтинга;

– международные студенты (МС) – 5% вклада в значение рейтинга.

Каждый показатель имеет вес, равный степени вклада в значение рейтингового функционала. Значение рейтингового функционала R рассчитывается по формуле (1):

$$R = \sum_{i=1}^6 w_i x_i, \quad (1)$$

где w_i – вес соответствующего показателя; x_i – его значение.

За основу для расчетов взяты следующие исходные данные по университету за период 2013–2019 гг.: рейтинговый функционал, базовые показатели – академическая репутация; репутация у работодателя; отношение числа студентов к числу НПП; цитирования на преподавателя; международные преподаватели; международные студенты.

На основе методов корреляционно-регрессионного анализа в среде аналитической платформы Deductor 5.3 с использованием модуля «Корреляционный анализ» рассчитаны коэффициенты попарной корреляции значений функционала и базовых показателей для РЭУ им. Г.В. Плеханова и для «МИСиС» (табл. 1) с использованием критерия Пирсона (позволяет оценить значимость различий между фактическим и теоретическим количеством характеристик выборки).

Аналогичным образом рассчитаны коэффициенты попарной корреляции между базовыми показателями.

В соответствии со шкалой Чеддока (табл. 2) проведена оценка тесноты связей коэффициентов корреляции [4].

Проведенные расчеты позволили сделать следующие выводы.

Выявлено наличие сильной связи рейтингового функционала с базовыми показателями: «Отношение числа студентов к числу НПП» ($r = 0,939$), «Репутация у работодателей» ($r = 0,726$) и «Международные студенты» ($r = 0,604$). Сила связи рейтингового функционала с остальными индикаторами практически отсутствует.

Для рейтингового функционала «МИСиС» наибольшая теснота связи выявлена для базовых показателей «Академическая репутация» (0,854) и «Цитирования на преподавателя» (0,883), наименьшая – для индикатора «Международные преподаватели».

Более надежным критерием для оценки тесноты связей является статистическая оценка коэффициентов парной корреляции путем сравнения его абсолютной величины с табличным значением $r_{\text{крит}}$, которое выбирается из специальной таблицы [5]. Если выполняется неравенство $|r_{\text{расч}}| \geq r_{\text{крит}}$, то с заданной степенью вероятности (обычно 95%) можно утверждать, что между рассматриваемыми числовыми совокупностями существует значимая линейная связь. То есть – гипотеза о значимости линейной связи не отвергает-

ся. В случае же обратного соотношения, т.е. при $|r_{\text{расч}}| < r_{\text{крит}}$, делается заключение об отсутствии значимой связи.

В соответствии с таблицей «Критические значения корреляции $r_{\text{крит}}$ для уровня значимости $\alpha = 0,05$, вероятности допустимой ошибки в прогнозе 0,95 и степени свободы $f = n - k = 4$ (для заданного числа измерений $n = 6$ количества вычисленных констант $k = 2$, в формуле для вычисления r участвуют две константы $-x$ и $-y$), найдено табличное значение $r_{\text{крит}} = 0,811$.

Результаты расчетов (проверки гипотез) представлены в табл. 3 практически подтвердили оценки, полученные по шкале Чеддока, за исключением индикатора «Международные студенты».

Расчет коэффициентов детерминации ($R = r^2$), представляющих собой меру изменчивости результата y (значение рейтингового функционала) в процентах от изменения фактора (базового показателя) x показал, что для базового показателя «Число студентов по отношению к преподавателю» $r^2 = 0,9063 = 90,3\%$ означает, что 90,3% вариации (изменчивости) функционала определяется базовым показателем

Сила связи между функционалом и индикаторами

№ п/п	$R = r^2$	$r_{расч}$	$r_{крит}$	Сила связи
1.	Академическая репутация	0,140	0,811	Незначимая
2.	Международные преподаватели	0,194	0,811	Незначимая
3.	Международные студенты	0,636	0,811	Незначимая
4.	Отн. числа студентов к числу преподавателей	0,952	0,811	Значимая
5.	Репутация у работодателей	0,854	0,811	Значимая
6.	Цитирования на преподавателя	0,174	0,811	Незначимая

«Число студентов по отношению к преподавателю».

На следующем этапе исследования проведена идентификация и интерпретация скрытых (латентных факторов), влияющих на базовые показатели с использованием методов факторного анализа, который представляет собой класс процедур многомерного статистического анализа, направленный на выявление латентных переменных (факторов), отвечающих за наличие линейных статистических связей (корреляций) между наблюдаемыми переменными [6–8].

Идентификация латентных факторов и оценка их значимости на основе факторного анализа

Факторы представляют собой группы определенных переменных, коррелирующих между собой больше, чем с переменными, входящими в другую фактор. Таким образом, содержательный смысл факторов может быть выявлен путем исследования корреляционной матрицы исходных данных.

Для оценки влияния латентных факторов на базовые показатели использован один из наиболее распространенных методов факторного анализа – метод главных компонент, который позволяет уменьшить (редуцировать) большое число связанных между собой (зависимых, коррелирующих) переменных, так как большое количество переменных существенно затрудняет анализ

и интерпретацию полученных результатов [9].

Математическая модель факторного анализа представляет собой набор линейных уравнений, в котором каждая наблюдаемая переменная x_i выражается в виде линейной комбинации общих факторов F_1, F_2, \dots, F_n и уникального фактора U_i [10]:

$$x_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} F_k + U_i \quad (2)$$

где x_i – переменная, $i = 1, m$, (m – количество переменных); n – количество факторов; $n < m$, a_{ik} – факторная нагрузка; F_k – общий фактор, $k = 1, n$; U_i – частный фактор.

Процедура факторного анализа включает в себя следующие этапы [11,12].

Этап 1. Построение корреляционной матрицы системы переменных путем расчета коэффициентов линейной корреляции Пирсона.

Этап 2. Извлечение факторов и расчет факторных нагрузок a_{ik} , являющихся основным предметом интерпретации. На этом этапе используются методы компонентного анализа (метод главных компонент), главных факторов и максимального правдоподобия. При решении поставленной задачи использован наиболее распространенный метод, которым является метод главных компонент. Он позволил выделить в многомерном пространстве группы тесно коррелирующих между собой переменных и заменить их без потери информативности главными компонентами.

Математическая модель метода главных компонент представлена формулой (3).

$$y_j = \sum_{i=1}^k \alpha_{ij} z_i, \quad (3)$$

где: y_j – главная компонента; α_{ij} – коэффициент, отражающий вклад переменной z_i в главную компоненту y_j ; z_i – стандартизированная исходная переменная, $z_i = (x_i - \bar{x}_i)/s_i$, s_i – дисперсия, $i = 1, k$.

Вычисление главных компонент сводится к вычислению собственных векторов и собственных значений $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k)$ корреляционной матрицы исходных данных. Значения α_{ij} являются факторными нагрузками. Они представляют собой коэффициенты корреляции между исходными переменными и главными компонентами. Факторы включают в себя те переменные, для которых $|\alpha_{ij}| > 0,7$.

Для сокращения размерности пространства $Y = (y_1, y_2, \dots, y_k)$ посредством отсека неинформативных переменных использован критерий Кайзера, связанный с собственными значениями: в число главных компонент включены переменные, которым соответствуют собственные значения $\lambda_i > 1$, так как их информативная ценность выше.

Этап 3. Вращение факторного решения, которое используется в том случае, если выделенные факторы невозможно достаточно наглядно интерпретировать.

Для анализа и интерпретации полученных результатов используются варимакс-метод и квартимакс-метод [14–16]. Варимакс-метод, наиболее часто используемый на практике, целью которого является минимизация количества переменных, имеющих высокие нагрузки на данных фактор, (что способствует упрощению описания фактора за счет группировки вокруг него только тех переменных, которые с ним связаны в большей сте-

Идентификация факторов, влияющих на базовые показатели

Базовые показатели	Факторы				
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
АР	Наличие известных научных школ и диссертационных советов	Наличие тесной коллаборации (число совместных научных проектов) с зарубежными вузами и научными организациями	Наличие востребованных направлений и профилей подготовки	Наличие базовых кафедр на предприятиях	Уровень квалификации НПП
РР	Уровень подготовки (компетенций) студентов	Востребованность выпускников у работодателя		Наличие базовых кафедр на предприятиях	Уровень квалификации НПП
ОСП	Число НПП	Уровень оплаты НПП			
ЦП	Число публикаций в БД Scopus, WoS		Стимулирующие факторы		Уровень квалификации НПП
МП	Уровень оплаты международн. НПП	Наличие тесной коллаборации (число совместных научных проектов) с зарубежными вузами и научными организациями			Уровень квалификации НПП
МС	Наличие мест в общежитии для межд. студентов	Дополнительные площади для образоват. деятельности	Кол-во НПП с языковой подготовкой		Уровень квалификации НПП

пени, чем с остальными), использован быть не может, так как в решаемой задаче переменные (базовые показатели) не могут быть редуцированы, поскольку они все являются значащими. С учетом вышесказанного для интерпретации результатов факторного анализа использован квартимакс-метод, который обеспечивает редуцирование (минимизацию) количества факторов, необходимых для объяснения вариации переменной.

Математический аппарат факторного анализа позволил решить две следующие задачи [17, 18]:

1) снижение размерности числа используемых переменных за счет их объяснения меньшим числом факторов;

2) группирование и структурирование полученных данных.

На основе метода главных компонент вычислены собственные значения факторов и построена матрица факторных нагрузок, которая представляет собой коэффициенты корреляции между исходными переменными (базовыми показателями) и главными компонентами (факторами). Собственное значение фактора λ_i отражает его вклад в дисперсию переменных, объясняемую

влиянием общих факторов. В соответствии с критерием Кайзера, считается, что те факторы, у которых этот показатель меньше 1,0, не вносят значительного вклада в объяснение результата. Вторым расчетным показателем является процент объясняемой дисперсии переменных.

Принято считать, что при обоснованном факторном решении выбирают столько факторов, чтобы они в сумме объясняли не менее 70–75% дисперсии. В отдельных случаях этот показатель может достигать 85–90%. Матрица факторных нагрузок иллюстрирует силу связи переменной с фактором. Чем выше факторная нагрузка по абсолютной величине, тем выше сила связи.

Таким образом, основным предметом интерпретации результатов выполненного факторного анализа явилось извлечение значимых факторов и расчет факторных нагрузок.

Ниже представлены результаты идентификации факторов, связанных с базовыми показателями, которые сведены в табл. 4.

Расчеты на основе метода главных компонент проведены в среде аналитической платформы Deductor 5.3 с использованием модуля «Факторный

анализ». Анализ и интерпретация полученных результатов проведены на основе квартимакс – метода [19,20].

В табл. 5 представлены результаты расчета: собственных значений факторов математической модели факторного анализа на основе метода главных компонент; объема объясняемой дисперсии в % (вклада каждого фактора в получаемый результат) и суммарного процента дисперсии (суммарного вклада факторов в окончательный результат). Для повышения точности результата при интерпретации учтены факторы, имеющие собственные значения меньше 1 (значения 3, 4).

В решаемой задаче значащими являются первые 4 фактора, обеспечивающие вклад в получение результата, равный 99%. При этом вклад первого фактора равен 61,91%; второго фактора – 22,73%; третьего фактора 9,75%, четвертого фактора –4,60%.

На основе результатов идентификации факторов построена матрица факторных нагрузок (табл. 6). Используемый метод корреляции факторов – максимум взаимно корреляционной функции. Расчеты проведены для уровня значимости 0,50, позволяющего

Таблица 5

Результаты расчета собственных значений факторов, объёма объясняемой дисперсии в % и суммарного вклада факторов в результат

Главные компоненты	Собственное значение	Вклад в результат, %	Суммарный вклад, %
Значение 1	3,715	61,9133	61,9133
Значение 2	1,364	22,7306	84,6439
Значение 3	0,585	09,7485	94,3924
Значение 4	0,276	04,5992	98,9916
Значение 5	0,060	01,0067	99,9983
Значение 6	0,000	00,0017	100,0000

Таблица 6

Матрица факторных нагрузок

Переменные (базовые показатели)	Окончательные факторы (Квартимакс-метод) Уровень значимости: 0,50			
	Фактор 1	Фактор2	Фактор3	Фактор4
АР			0,8793	
РР	0,6390			0,5336
ОСП		0,9853		
ЦП	0,9690			
МП	0,9890			
МС	0,8496			

учесть достаточное количество факторов. Проведена факторизация матрицы (процедура извлечения факторов) для различных уровней значимости. Чем выше факторная нагрузка по абсолютной величине, тем сильнее связь переменной с фактором.

Ниже представлена интерпретация результатов факторного анализа. В соответствии с результатами идентификации факторов, представленными в табл. 4, наиболее значимыми факторами, оказывающими влияние на базовые показатели, являются:

– Фактор 1 (включает совокупность частных факторов: Число НПП, Уровень их квалификации и Наличие тесной коллаборации (число совместных научных проектов) с зарубежными вузами и научными организациями) влияет на базовые показатели РР, ЦП, МП, МС;

– Фактор 2 (включает совокупность частных факторов: Число НПП, Уровень оплаты НПП) влияет на базовый показатель ОСП;

– Фактор 3 (включает совокупность частных факторов:

Наличие известных научных школ и диссертационных советов, Наличие тесной коллаборации (число совместных научных проектов) с зарубежными вузами и научными организациями, Число НПП, Уровень их квалификации) влияет на базовый показатель АР;

– Фактор 4 (включает совокупность частных факторов: Уровень подготовки (компетенций) студентов, Востребованность выпускников у работодателя, Наличие базовых кафедр на предприятиях) влияет на базовый показатель РР.

Таким образом, результаты интерпретации показали, что наибольшее влияние на базовые показатели оказывают факторы 1, 2, 3. Т.е. задача увеличения значений базовых показателей напрямую связана с увеличением частных показателей, характеризующих: Число НПП и Уровень их квалификации; Наличие тесной коллаборации (число совместных научных проектов) с зарубежными вузами и научными организациями; Уровень подготовки (компетенций) студентов, Востребованность выпускников у работодателя,

Наличие базовых кафедр на предприятиях, Наличие известных научных школ и диссертационных советов.

Обоснование мероприятий по достижению плановых показателей для повышения институционального рейтинга QS университета

Результаты, полученные в п.п. 1, 2 позволили обосновать совокупность мероприятий по приращению значений частных показателей (факторов), необходимых для решения задачи достижения показателей деятельности университета к 2025 г., соответствующих уровню показателей «МИСиС» в 2019 г.

Получены корреляционные зависимости между функционалом и базовыми показателями. Выявлено наличие сильной связи функционала с показателями: «Отношение числа студентов к числу НПП» ($r = 0,952$), «Репутация у работодателей» ($r = 0,854$) и «Международные студенты» ($r = 0,636$) Сила связи функционала с остальными базовыми показателями является незначимой.

Наибольший вклад (98,9%) в получение конечного результата (значения рейтингового функционала и соответствующего ему места в рейтинге QS) вносят следующие частные показатели: Число НПП и Уровень их квалификации; Наличие тесной коллаборации (число совместных научных проектов) с зарубежными вузами и научными организациями; Уровень подготовки (компетенций) студентов, Востребованность выпускников у работодателя, Наличие базовых кафедр на предприятиях, Наличие известных научных школ и диссертационных советов.

Мероприятия по увеличению значений частных показателей необходимо проводить с учетом полученных корреля-

ционных зависимостей наиболее значимых факторов, влияющих на базовые показатели.

Заключение

В ходе проведенного исследования получены следующие результаты:

- получены оценки взаимосвязей показателей и рейтинга университета на основе методов корреляционно-регрессионного анализа;
- проведен сравнительный анализ полученных результатов по университетам референтной группы;

– решена задача идентификации факторов, оказывающих влияние на изменение значений базовых показателей, проведена оценка степени этого влияния;

– на основе интерпретации результатов факторного анализа выявлена совокупность факторов, оказывающих существенное влияние на базовые показатели;

– выработаны обоснованные предложения по достижению требуемых значений базовых показателей и рейтингового функционала университета;

– предложен подход к решению задачи обеспечения условий для достижения требуемых значений показателей деятельности университета в международном институциональном рейтинге QS с использованием моделей, разработанных на основе методов статистического анализа.

Полученные в ходе исследования результаты, позволили обосновать целесообразность выполнения мероприятий, необходимых для решения задачи достижения заданных показателей деятельности университета.

Литература

1. Указ Президента РФ от 7 мая 2012 года «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки». [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.pravo.gov.ru> (Дата обращения 14.11.2019).
2. Информационно-аналитическая система QS-analytics [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://analytics.qs.com/#/signin> (Дата обращения 14.11.2019).
3. Проект повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров. [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.5top100.ru/> (Дата обращения 14.11.2019).
4. Рейтинги университетов мира [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.educationindex.ru/> (Дата обращения 14.11.2019).
5. Бараз В.Р. Корреляционно-регрессионный анализ связи показателей коммерческой деятельности с использованием программы Excel: учебное пособие. Екатеринбург: ГОУ ВПО «УГТУ–УПИ», 2005. 102 с.
6. Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ. М.: Вильямс И. Д., 2019. 912с.
7. Соколов Г.А., Сагиотов Р.В. Введение в регрессионный анализ и планирование регрессионных экспериментов в экономике. М.: Инфра-М, 2016. 352с.
8. Айвазян С.А., Бухштабер В.М., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности. М.: Финансы и статистика, 1989. 607 с.
9. Рао С.Р. Линейные статистические методы и их применения. М.: Наука (Физматлит), 1968. 548 с.
10. Фомина Е.Е. Факторный анализ и категориальный метод главных компонент: срав-

нительный анализ и практическое применение для обработки результатов анкетирования. Гуманитарный вестник. 2017, вып. 10. DOI: 10.18698/2306-8477-2017-10-473.

11. Сигал Э. Практическая бизнес-статистика. М.: издательский дом «Вильямс», 2002. 1056 с.

12. Годин А.М. Статистика: учебник. М.: издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2002. 368 с.

13. Буреева Н.Н. Многомерный статистический анализ с использованием ППП «STATISTICA». Нижний Новгород, НГУ им. Н.И. Лобачевского, 2007, 112 с.

14. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed. New York: Springer, 2002. XXIX. 487 p.

15. Gorban A.N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A.Y. (Eds.), Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction, Series: Lecture Notes in Computational Science and Engineering 58. Berlin — Heidelberg — New York: Springer, 2008. XXIV. 340 p.

16. Болч Б., Хуань К.Д. Многомерные статистические методы для бизнеса и экономики. М.: Статистика, 1979. 317 с.

17. Ниворожкина, Л.И., Арженовский С.В. Многомерные статистические методы в экономике. М.: РИОР: ИНФРА-М, 2018. 203 с.

18. Abraham, B., Ledolter, J. Statistical methods for forecasting. New York: Wiley. 1983.

19. Лоули, Д.Н., Максвелл А.Э. Факторный анализ как статистический метод. Пер. с англ. Ю.Н. Благовещенского. М.: Мир, 1997. 144 с.

20. Терещенко О.В., Курилович Н.В., Князева Е.И. Многомерный статистический анализ данных в социальных науках. Минск: БГУ, 2012. 239 с.

References

1. Decree of the President of the Russian Federation of May 7, 2012 "On measures to implement state policy in the field of education and science" [Internet]. Available from: <https://www.pravo.gov.ru> (cited 14. 11.2019). (In Russ.)
2. Information and analytical system QS-analytics [Internet]. Available from: <https://analytics.qs.com/#/signin> (cited 14. 11.2019). (In Russ.)
3. The project to increase the competitiveness of leading Russian universities among the world's leading research and educational centers [Internet]. Available from: <https://www.5top100.ru/> (cited 14. 11.2019). (In Russ.)
4. Reytingi universitetov mira = Ratings of world universities [Internet]. Available from: <https://www.educationindex.ru/> (cited 14. 11.2019). (In Russ.)
5. Baraz V.R. Korrelyatsionno-regressionnyy analiz svyazi pokazateley kommercheskoy deyatel'nosti s ispol'zovaniyem programmy Excel: uchebnoye posobiye = Correlation and regression analysis of the relationship between indicators of commercial activity using the Excel program: a training manual. Yekaterinburg: State Educational Institution of Higher Professional Education "USTU – UPI", 2005. 102 p. (In Russ.)
6. Dreyper N. Prikladnoy regressionnyy analiz = Applied regression analysis. Moscow: Williams I.D.; 2019. 912 p. (In Russ.)
7. Sokolov G.A., R.V. Sagiotov R.V. Vvedeniye v regressionnyy analiz i planirovaniye regressionnykh eksperimentov v ekonomike = Introduction to regression analysis and planning of regression experiments in the economy. Moscow: Infra-M; 2016. 352 p. (In Russ.)
8. Ayvazyan S.A., Bukhshtaber V.M., Yenyukov I.S., Meshalkin L.D. Prikladnaya statistika. Klassifikatsiya i snizheniye razmernosti = Applied statistics. Classification and reduction of dimension. Moscow: Finance and Statistics; 1989. 607 p. (In Russ.)
9. Rao S.R. Lineynyye statisticheskiye metody i ikh primeneniya = Linear statistical methods and their applications. Moscow: Nauka (Fizmatlit); 1968. 548 p. (In Russ.)
10. Fomina Ye.Ye. Factor analysis and categorical method of the main components: a comparative analysis and practical application for processing the results of the survey. Gumanitarnyy vestnik = Humanitarian Bulletin. 2017. No. 10. DOI: 10.18698/2306-8477-2017-10-473. (In Russ.)
11. Sigal E. Prakticheskaya biznes-statistika = Practical business statistics. Moscow: publishing house «Williams»; 2002. 1056 p. (In Russ.)
12. Godin A.M. Statistika: uchebnik = Statistics: textbook. Moscow: publishing and trading corporation «Dashkov and Co.»; 2002. 368 p. (In Russ.)
13. Bureyeva N.N. Mnogomernyy statisticheskiy analiz s ispol'zovaniyem PPP «STATISTICA». Nizhniy Novgorod, NGU im. N. I. Lobachevskogo = Multivariate statistical analysis using the STATISTICA IFR. Nizhny Novgorod, Novosibirsk State University N.I. Lobachevsky; 2007. 112 p. (In Russ.)
14. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis, Series: Springer Series in Statistics, 2nd ed. New York: Springer, 2002. XXIX. 487 p.
15. Gorban A. N., Kegl B., Wunsch D., Zinovyev A. Y. (Eds.), Principal Manifolds for Data Visualisation and Dimension Reduction, Series: Lecture Notes in Computational Science and Engineering 58. Berlin – Heidelberg – New York: Springer, 2008. XXIV. 340 p.
16. Bolch B., Khuan' K.D. Mnogomernyye statisticheskiye metody dlya biznesa i ekonomiki = Multidimensional statistical methods for business and economics. Moscow: Statistics; 1979. 317 p. (In Russ.)
17. Nivorozhkina, L.I., Arzhenovskiy S.V. Mnogomernyye statisticheskiye metody v ekonomike = Multidimensional statistical methods in economics. Moscow: RIOR: INFRA-M; 2018. 203 p. (In Russ.)
18. Abraham, B., Ledolter, J. Statistical methods for forecasting. New York: Wiley. 1983.
19. Louli, D.N., Maksvell A.E. Faktornyy analiz kak statisticheskiy metod. Per. s angl. Yu.N. Blagoveshchenskogo = Factor analysis as a statistical method. Per. from English Yu. N. Blagoveshchensky. Moscow: Mir; 1997. 144 p. (In Russ.)
20. Tereshchenko O.V., Kurilovich N.V., Knyazeva Ye.I. Mnogomernyy statisticheskiy analiz dannykh v sotsial'nykh naukakh = Multidimensional statistical analysis of data in the social sciences. Minsk: BSU; 2012. 239 p. (In Russ.)

Сведения об авторах**Андрей Александрович Микрюков**

к.т.н., доцент

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл.почта: mikrukov.aa@rea.ru

Михаил Самуилович Гаспариан

к.э.н., доцент

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл.почта: gasparian.ms@rea.ru

Дмитрий Сергеевич Карпов

к.т.н., доцент

Российский экономический университет

им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия

Эл.почта: karpov.ds@rea.ru

Information about the authors**Andrey A. Mikryukov**

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor

Plekhanov Russian University of Economics,

Moscow, Russia

E-mail:mikrukov.aa@rea.ru

Mikhail S. Gasparian

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor

Plekhanov Russian University of Economics,

Moscow, Russia

E-mail:gasparian.ms@rea.ru

Dmitry S. Karpov

Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor

Plekhanov Russian University of Economics,

Moscow, Russia

E-mail:karpov.ds@rea.ru