

УДК 330.43:336.67

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2020-3-13-24>Н.А. Бухарин¹, М.Б. Ласкин², С.В. Пупенцова¹¹ Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия.² Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербург, Россия.

Определение отраслевых показателей финансового анализа предприятий (на примере отрасли по добыче сырой нефти и природного газа)

Целью исследования является развитие теоретических и методологических положений анализа отраслевых финансовых показателей. Актуальность выбранной темы подтверждается с одной стороны востребованностью отраслевых показателей у всех лиц, заинтересованных в финансово-сравнительном анализе предприятий, с другой стороны трудоемкостью и отсутствием методики выведения отраслевых показателей финансового анализа предприятий.

Материалы и методы: В исследовании использовались системный и сравнительный анализ, методы экономического и финансового анализа финансовой отчетности предприятий отрасли и методы статистической оценки основных параметров выборки с логнормальным распределением. Основное внимание уделено применению многомерного статистического анализа, использованию модели логарифмически нормальных распределений, рекомендованных для распределений с ярко выраженной правосторонней асимметрией. В качестве статистического материала были использованы бухгалтерские данные предприятий отрасли по добыче сырой нефти и природного газа за 2016 год. Объем выборки составил 185 предприятия. В ходе исследования авторами решены следующие задачи: предложены этапы анализа определения отраслевых финансовых показателей, выполнена проверка гипотезы о логнормальном распределении маргинальных распределений основных финансовых показателей выборки, реализована проверка гипотезы о совместно нормальном распределении многофакторного случайного вектора финансовых показателей выборки, получены наиболее вероятные значения показателей финансового анализа для отрасли по добыче сырой нефти и природного газа.

Результаты: Теоретической значимостью работы является предложенный авторами алгоритм расчета отраслевых показателей финансового анализа, отличающийся получением модаль-

ных значений на основе анализа многомерного логарифмически нормального распределения вектора финансовых показателей выборки предприятий. В ходе исследования авторами получены распределения по основным показателям с ярко выраженной правосторонней асимметрией и проведена проверка гипотезы о логнормальном распределении маргинальных распределений. В работе приведен алгоритм проверки гипотезы о совместной нормальности девятимерного случайного вектора. Получены медианные и модальные значения отраслевых и финансовых показателей. Авторами проведен анализ различий между медианными и модальными результатами исследования. Для анализа рассмотрен трехмерный случайный вектор, включающий выручку, рентабельность собственного капитала и оборачиваемость дебиторской задолженности. Отличие медианных и модальных результатов объясняется правосторонней асимметрией распределения. Данные авторами рекомендации для определения отраслевых показателей финансового анализа предприятий отрасли по добыче сырой нефти и природного газа носят практический характер и применимы для других отраслей.

Заключение. В работе показано, что ориентация на общепринятые рекомендуемые значения показателей покрытия, финансового рычага, иммобилизации, рентабельности и оборачиваемости представляется некорректной в силу разнообразия специфических особенностей деятельности предприятий различных отраслей. Рекомендуем рассчитывать наиболее вероятные отраслевые коэффициенты по группам в зависимости от масштаба предприятия (выручки или капитализации).

Ключевые слова: логарифмически нормальный закон распределения, анализ финансово-хозяйственной деятельности, отраслевые финансовые коэффициенты, финансовая устойчивость, платёжеспособность, рентабельность, оборачиваемость.

Nikolay A. Bukharin¹, Michail B. Laskin², Svetlana V. Pupentsova¹¹ Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia² Saint Petersburg institute of informatics and automation Russian Academy of Science (SPIIRAS), Saint Petersburg, Russia

Determination of Industry Indicators of Financial Analysis of Enterprises (on the Example of the Industry for the Production of Crude Oil and Natural Gas)

The aim of the study is the development of theoretical and methodological principles of the analysis of industry financial indicators. The relevance of the topic is confirmed on the one hand by the demand for industry indicators for all persons interested in financial and comparative analysis of enterprises, on the other hand by the complexity and lack of methods for deriving industry indicators of the financial analysis of enterprises.

Materials and methods. The study used a system and comparative

analysis, methods of economic and financial analysis of the financial statements of enterprises in the industry, and methods of statistical evaluation of the main parameters of the sample with a lognormal distribution. The main attention is paid to the use of multivariate statistical analysis, the use of the model of lognormal distributions recommended for distributions with pronounced right-hand asymmetry. As the statistical material, the accounting data of the enterprises of the industry for the

extraction of crude oil and natural gas for 2016 were used. The sample size was 185 enterprises. In the course of the study, the authors solved the following tasks: proposed stages of analysis for determining industry financial indicators, tested the hypothesis of a lognormal distribution of marginal distributions of the main financial indicators of the sample, tested the hypothesis of a jointly normal distribution of a multi-factor random vector of financial indicators of the sample, obtained the most likely values of financial analysis indicators for the industry of crude oil and natural gas production.

Results. The theoretical significance of the work is the algorithm proposed by the authors for calculating industry-specific indicators of financial analysis, characterized by obtaining modal values based on the analysis of the multidimensional logarithmically normal distribution of the vector of financial indicators of a sample of enterprises. In the course of the study, the authors obtained distributions for the main indicators with a pronounced right-hand asymmetry and tested the hypothesis of the lognormal distribution of marginal distributions. The paper presents an algorithm for testing the hypothesis of joint normality of a nine-dimensional random vector. Median and modal values of industry and

financial indicators were obtained. The authors analyzed the differences between the median and modal results of the study. For analysis, a three-dimensional random vector is considered, including revenue, return on equity and turnover of accounts receivable. The difference between median and modal results is explained by the right-hand asymmetry of the distribution. The recommendations, given by the authors for determining industry indicators of financial analysis of enterprises in the industry for the extraction of crude oil and natural gas are practical in nature and are applicable to all industries.

Conclusion. In the work, it is shown that the orientation toward generally established recommended values of coverage indicators, financial leverage, immobilization, profitability and turnover seems incorrect due to the variety of specific features of enterprises in various industries. We recommend calculating the most likely industry coefficients by groups depending on the size of the enterprise (revenue or capitalization).

Keywords: logarithmically normal distribution law, analysis of financial and economic activity, industry financial ratios, financial stability, solvency, profitability, turnover.

Введение

Анализ финансово-хозяйственной деятельности необходим собственниками менеджерам компании для контроля и принятия управленческих решений. Отраслевые финансовые показатели используются аналитиками и оценщиками при сравнительном анализе финансовых коэффициентов анализируемого предприятия со среднеотраслевыми, при подборе объектов-аналогов в оценке бизнеса, при выявлении сильных и слабых сторон хозяйствующего субъекта, при построении стратегии развития предприятия. *Актуальность выбранной темы подтверждается* с одной стороны востребованностью отраслевых показателей у всех лиц, заинтересованных в финансово-сравнительном анализе предприятий, с другой стороны трудоемкостью и отсутствием методики выведения отраслевых показателей финансового анализа предприятий.

Изученность проблемы. Алгоритм проведения анализа финансово-хозяйственной деятельности организации, приведенный в [1], сводится к расчету финансовых коэффициентов по анализируемой компании и последующему их сравнению с рекомендованными в [1] значениями. При этом многие авторы [2–11] отмечают, что отраслевые финансовые коэф-

фициенты могут существенно отличаться от рекомендованных, поэтому при сравнительном анализе лучше использовать отраслевые показатели.

В открытом доступе на портале TestFirm [5], созданном аудиторской фирмой «Авдеев и К» по данным 2,2 млн предприятий РФ, приведены ключевые финансовые показатели по 96 видам деятельности. Отраслевые финансовые коэффициенты выведены по основным направлениям финансового анализа: финансовая устойчивость, платёжеспособность, рентабельность и оборачиваемость. Авторы портала рекомендуют использовать медианные значения, но возможно вывести и средние арифметические значения в динамике с 2012 года. Информация на портале TestFirm [5] актуальная, бесплатная и удобна для проведения сравнительного анализа. Но, так как не представлены исходные данные и алгоритм выведения ключевых финансовых показателей предприятий по видам деятельности доверие к выведенным отраслевым показателям резко снижается.

Теоретические и практические аспекты нормативных значений коэффициентов финансовой устойчивости рассматриваются в работах Касимова Д.Ф. [2], Мишина Н.Д. и Ливинцовой М.Г. [3], Федоровой Е.А., Чухланцевой М.А.

и Черкизова Д.В. [4], отраслевых финансовых коэффициентов исследованы Шипицыным А.В. и Журавлевой Н.В. [6], Пашенко Т.В. (в том числе для энергетической отрасли) [7], Андриенко Е.А., Баландиной А.С., Андриенко О.В. и Пичугиной Ж.С. (на примере нефтегазового сектора Томской области) [8], Муравьевой Н.Н. и Тапалевой Н.С. (на примере предприятий малого и среднего бизнеса Волгоградской области) [9], Рытовой Е.В., Гутман С.С., Козовым А.В. (на примере оценки потенциала региона ЯНАО) [10], Козлова А.В., Рытовой Е.В., Гутман С.С., Зайченко И.М. (на примере оценки уровня промышленного развития на основе нечетко-множественных методов) [11]. Считаем необходимым отметить, что перечисленные исследования носят прикладной и фрагментарный характер и не раскрывают общего алгоритма оценки отраслевых финансовых показателей предприятий.

Целью нашего исследования является развитие теоретических и методологических положений анализа отраслевых финансовых показателей на примере предприятий отрасли по добыче сырой нефти и природного газа на основе методологического и сравнительного анализа, статистических методов, методов экономического и финансового анализа.

Задачи исследования:

– описать этапы анализа определения отраслевых показателей финансового анализа;

– описать процесс и провести проверку гипотезы о логнормальном распределении маргинальных распределений основных финансовых показателей выборки;

– описать процесс и провести проверку гипотезы о совместно нормальном распределении многофакторного случайного вектора финансовых показателей выборки;

– получить наиболее вероятные значения показателей финансового анализа для отрасли по добыче сырой нефти и природного газа.

Объектом исследования являются бухгалтерские данные (форма 1 и форма 2) предприятий отрасли по добыче сырой нефти и природного газа за 2016 год [12].

Предметом исследования выступают отраслевые показатели финансового анализа.

Теоретической значимостью работы является предложенный авторами алгоритм расчета отраслевых показателей финансового анализа, отличающийся получением модальных значений на основе анализа многомерного логарифмически нормального распределения вектора финансовых показателей выборки.

Практическая значимость. Данные авторами методические рекомендации носят практический характер и применимы для оценки основных финансовых показателей в динамике для всех отраслей народного хозяйства.

Описание основных этапов анализа определения отраслевых финансовых показателей

Основные этапы анализа определения отраслевых финансовых показателей приведены на рисунке 1.

Остановимся на этапах анализа подробно.

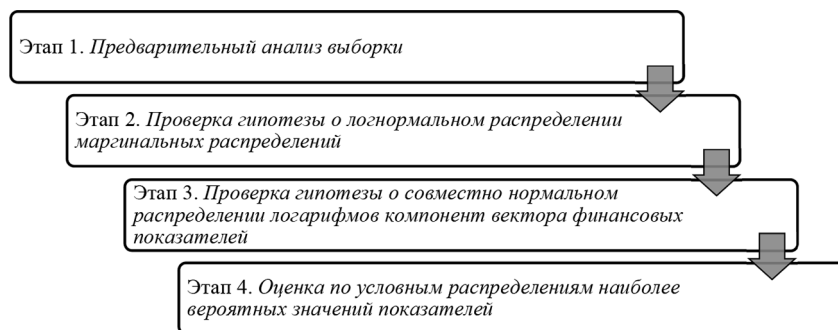


Рис. 1. Основные этапы определения отраслевых показателей финансового анализа

Этап 1. Предварительный анализ.

Для анализа отберём из всех компаний отрасли по добыче сырой нефти и природного газа только безубыточные с положительными чистой прибылью и стоимостью собственного капитала. Объем выборки составил 185 предприятия. Для всех предприятий выборки по данным бухгалтерского учета (форма 1 и форма 2) за 2016 год [12] рассчитаем наиболее востребованные при оценке бизнеса финансовые коэффициенты [13]:

– коэффициент покрытия (оборотные активы / текущие пассивы);

– коэффициент финансового рычага (собственные средства / заемных средства);

– коэффициент иммобилизации (оборотные активы / внеоборотные активы);

– рентабельность собственных активов (чистая прибыль / собственные средства);

– оборачиваемость дебиторской задолженности (ДЗ) ($365 \times$ дебиторская задолженность / выручка), дни;

– оборачиваемость кредиторской задолженности (КЗ) ($365 \times$ кредиторская задолженность / себестоимость), дни;

– оборачиваемость запасов (З) ($365 \times$ запасы / себестоимость), дни;

– коэффициент маневренности (собственные оборотные средства / собственные средства).

Построим распределения предприятий по выручке и

по полученным финансовым коэффициентам показателям (рис. 2).

Полученные распределения по основным показателям имеют ярко выраженную правостороннюю асимметрию [14]. Проверка гипотезы о логнормальном распределении маргинальных распределений способствует дальнейшей оценки параметров по логарифмам показателей.

Этап 2. Проверка гипотезы о логнормальном распределении маргинальных распределений.

Проверку гипотезы о логнормальном распределении выручки и основных финансовых показателей проведём с помощью теста Колмогорова-Смирнова. При тестировании рассчитаем вероятность p -value, с которой числовой ряд, составленный из логарифмов исходных данных, удовлетворяет нормальному закону распределения. Гипотеза о согласии распределения переменной с нормальным законом принимается, если значение p -value выше уровня значимости 0,05. В качестве примера приведем график эмпирического распределения логарифма выручки и модельного нормального распределения (рис. 3).

В таблице 1 сведены значения вероятностей p -value при аналогичном тестировании остальных компонент. Для коэффициента маневренности, в связи с тем, что у него есть отрицательные значения, введем искусственную переменную

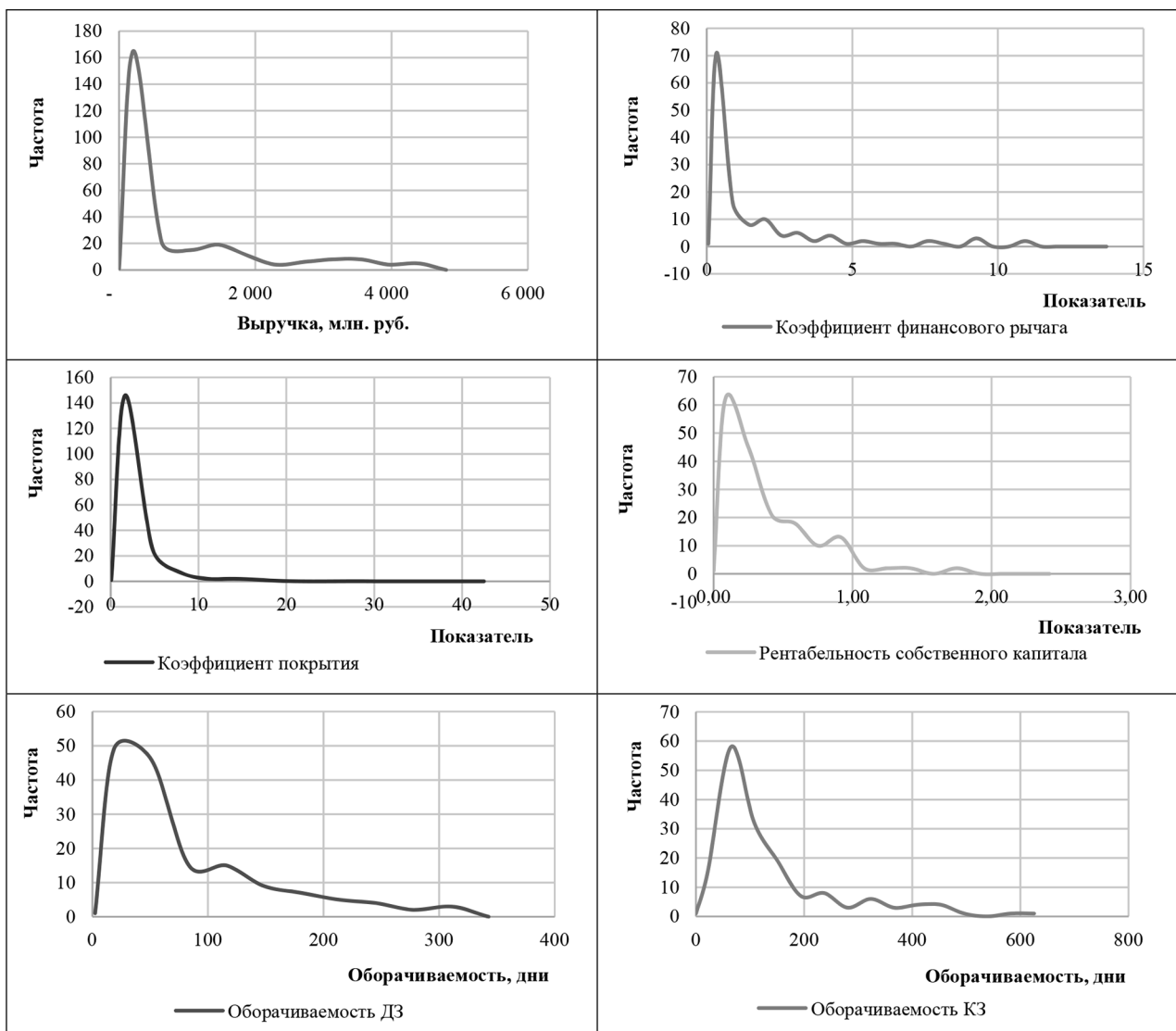


Рис. 2. Распределение основных финансовых показателей (объем выборки 185 предприятий)

$\bar{X} = -\bar{x} + 1,01$, где \bar{x} – вектор эмпирических наблюдений коэффициента маневренности.

Таким образом, при исследовании маргинальных распределений было показано, что все они с разной степенью «качества», но на уровне значимости 95%, могут быть приближены модельной логарифмически нормальной плотностью, следовательно, гипотеза о логарифмически нормальном распределении всех показателей таблицы 1 не отвергается и остается в качестве рабочей гипотезы.

Напомним, что математическое ожидание (среднее) выборки с логнормальным распределением определяется по формуле:

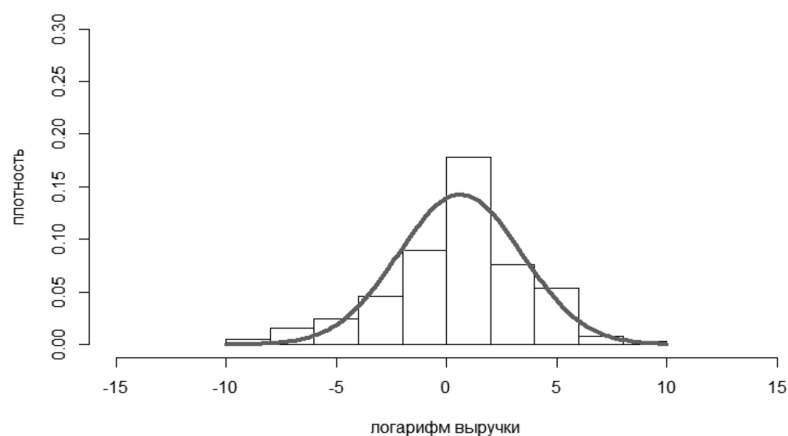


Рис.3. Распределение основных финансовых показателей (объем выборки 185 предприятий)

$$e^{\mu + \sigma^2/2}, \quad (1) \quad \text{а мода исчисляется по формуле}$$

$$e^{\mu}, \quad (2)$$

$$e^{\mu - \sigma^2}, \quad (3)$$

Таблица 1

Результаты вероятности p -value для логарифма показателей

Коэффициенты	Значение вероятности p -value
выручка	0,711
коэффициент покрытия	0,204
коэффициент финансового рычага	0,197
коэффициент иммобилизации	0,061
рентабельность собственных активов	0,647
оборачиваемость дебиторской задолженности	0,633
оборачиваемость кредиторской задолженности	0,455
оборачиваемость запасов	0,062
коэффициент маневренности	0,069

где e – основание натурального логарифма, математическая константа, μ – математическое ожидание логарифмов показателя, σ среднее квадратическое (стандартное) отклонение логарифмов показателя от их среднего значения. Подробно об особенностях оценки параметров выборки с логнормальным распределением см. [15].

Ниже в таблице 2 приведем сравнительный анализ основных параметров оценки показателей выборки с логнормальным распределением разных объемов и приведем значения основных финансовых показателей по данным портала TestFirm [5].

В таблице 2 показано во сколько раз могут отличаться средние значения и медиана от моды, если в выборке сохранили аномальные значения, приводящие к высоким значениям стандартного от-

клонения. Результат оценки будет неустойчивым, до тех пор, пока из выборки не будут удалены аномальные значения. Ярко выделяющиеся значения рекомендуются удалить из выборки, известными в статистике техниками по удалению выбросов. Такие значения всегда находятся на значительном удалении от центра рассеяния, исключая их мы значительно сокращаем «разброс», делая оценки более устойчивыми.

После удаления выбросов техническими приемами в выборке осталось 138 предприятий, результаты основных параметров по выборке приведены в таблице 2.

Так как для всех показателей могут быть подобраны модельные логарифмически нормальные плотности, следующим шагом исследования является проверка гипотезы о совместном нормальном распределении компонент. [16]

Этап 3. Проверка гипотезы о совместном нормальном распределении логарифмов компонент вектора финансовых показателей

Объединим в один массив данные по выручке и рассчитанным показателям, введя следующие обозначения:

X_0 – выручка в млрд руб. в год;

X_1 – коэффициент покрытия;

X_2 – коэффициент финансового рычага;

X_3 – коэффициент иммобилизации;

X_4 – рентабельность собственного капитала;

X_5 – оборачиваемость дебиторской задолженности;

X_6 – оборачиваемость кредиторской задолженности;

X_7 – оборачиваемость запасов;

X_8 – искусственная переменная $\bar{X} = -\bar{x} + 1,01$ для коэффициента маневренности.

Гипотеза о совместной нормальности логарифмов переменных X_0, \dots, X_8 является гипотезой о совместной нормальности 9-ти мерного случайного вектора.

Известна следующая теорема: совместное распределение компонент случайного вектора (Y_1, \dots, Y_n) нормально тогда и только тогда, когда любая линейная комбинация этих компонент $c_0 Y_1 + \dots + c_n Y_n$ имеет нормальное распределение. Так как пока отсутствуют

Таблица 2

Результаты расчета основных параметров по выборке показателей

Коэффициенты	Расчетные значения по выборке объемом 185			Расчетные значения по выборке объемом 138			Значения TestFirm [5]	
	среднее	медиана	мода	среднее	медиана	мода	среднее	медиана
коэффициент покрытия	2,72	1,55	0,50	2,59	1,67	0,69	2,25	1,08
коэффициент финансового рычага	25,93	1,80	0,01	2,07	0,82	0,13	0,04	1,92
коэффициент иммобилизации	7,35	0,98	0,02	3,84	1,30	0,15	0,85	0,64
рентабельность собственных активов	0,72	0,23	0,02	0,54	0,19	0,02	0,28	0,15
оборачиваемость дебиторской задолженности	318	91	8	114	68	25	371	74
оборачиваемость кредиторской задолженности	465	140	13	153	113	62	н/д	н/д
оборачиваемость запасов	146	28	1	44	21	5	111	14
коэффициент маневренности	-4,05	-0,67	-0,02	-1,20	-0,39	-0,04	-7,19	0

апробированные библиотечные функции проверки многомерных распределений на совместную нормальность, мы используем следующий прием (реализовано в статистическом пакете R):

– с помощью библиотечной функции `runif(9,0,1)` случайным образом генерируются коэффициенты c_0, \dots, c_8 , результаты генерации нормируются на $\sum_{i=0}^8 A_i$;

– линейная комбинация $(c_0 \ln(Z_0) + \dots + c_8 \ln(Z_8)) / \sum_{i=0}^8 c_i$ проверяется на нормальность тестом Колмогорова-Смирнова, результат теста p -value записывается в элемент массива. (Здесь Z_0, \dots, Z_8 центрированные и нормированные логарифмы эмпирических наблюдений переменных X_0, \dots, X_8 , $Z_i = (X_i - \bar{X}_i) / \sqrt{D_i}$, \bar{X}_i – выборочное среднее i -той переменной, D_i – её выборочная дисперсия, $i = 0, \dots, 8$).

На рис. 4 показан результат 100 000 повторений теста Колмогорова-Смирнова для линейных комбинаций со случайно сгенерированными весами.

Численные расчеты показали, из 100 000 генераций в 99 685 случаях p -value выше критического уровня 0,05, и только в 315 случаях ниже критического уровня 0,05 (что составляет 0,315% от общего количества генераций). Резуль-

таты такого тестирования позволяют сохранить в качестве рабочей гипотезы о совместном логарифмически нормальном распределении экономических показателей и выручки предприятий, отобранных для исследования.

Этап 4. Оценка по условным распределениям наиболее вероятных значений показателей

При достаточных основаниях для сохранения в качестве рабочей статистической гипотезы о совместном логарифмически нормальном распределении значений выручки экономических показателей (компонент) построим условные распределения показателей при условии, что выручка предприятия известна и оценим по условным распределениям медианные и модальные (наиболее вероятные) значения показателей.

Отметим, что дальнейшее исследование проводится при обоснованном допущении, что случайные величины X_0, \dots, X_8 имеют совместное логарифмически нормальное распределение, а величины $\ln(X_0), \dots, \ln(X_8)$ – совместное нормальное распределение.

Пусть $Y_i = \ln(X_i)$, $i = 0, \dots, 7$, $Y_8 = \ln(X_8) = \ln(-x_8 + 1,01)$, где x_8 – вектор эмпирических наблюдений коэффициента маневренности.

Необходимо построить условное распределение величин

Y_1, \dots, Y_8 при условии, что Y_0 принимает фиксированное значение (т.е. по логарифму объема выручки оценить точку максимума совместной плотности распределения логарифмов экономических показателей предприятий) при обратном потенцировании, с учетом особенностей многомерного логарифмически нормального распределения. Это позволит по заданному значению выручки определить медианные или модальные (наиболее часто повторяющиеся) по отрасли значения экономических показателей.

Рассмотрим ковариационную матрицу многомерного нормального случайного вектора Y_0, Y_1, \dots, Y_8 в следующем блочном виде

$$CV = \begin{pmatrix} \sigma_0^2 & cov(Y_0, \vec{Y}) \\ cov(Y_0, \vec{Y})^T & COV \end{pmatrix},$$

где σ_0^2 – дисперсия случайной величины Y_0 , COV – ковариационная матрица случайного вектора $\vec{Y} = (Y_1, \dots, Y_8)$, $cov(Y_0, \vec{Y})$ – вектор-строка ковариаций Y_0 и компонент вектора \vec{Y} , $cov(Y_0, \vec{Y})^T$ – вектор-столбец ковариаций Y_0 и компонент вектора \vec{Y} .

Условное математическое ожидание вектора \vec{Y} , при условии, что $Y_0 = y$.

$$E(\vec{Y} | Y_0 = y) =$$

$$= \bar{\mu} + \frac{cov(Y_0, \vec{Y})^T}{\sigma_0^2} (y - \mu_0). \quad (4)$$

Условная ковариационная матрица при условии, что $Y_0 = y$.

$$CV(\vec{Y} | Y_0 = y) =$$

$$= COV - \frac{cov(Y_0, \vec{Y})^T \times cov(Y_0, \vec{Y})}{\sigma_0^2}, \quad (5)$$

где $\bar{\mu}$ – вектор средних случайного вектора \vec{Y} , μ_0 – среднее случайной величины Y_0 .

Абсолютный максимум (мода) плотности случайного логарифмически нормального вектора \vec{x} достигается в точке с координатами $\exp(\bar{\mu} - \Sigma \times 1)$,

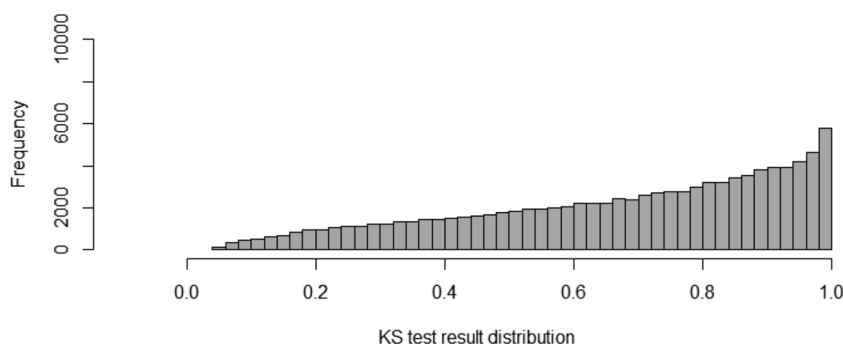


Рис. 4. 100 000 генераций повторений теста Колмогорова-Смирнова для линейных комбинаций. Распределение значений p -value (на отрезке от 0 до 1), полученных как результат проверки каждой случайной линейной комбинации случайных векторов X_0, \dots, X_9 на нормальность тестом Колмогорова-Смирнова

где $\bar{\mu}$ – вектор математических ожиданий логарифмов компонент, Σ -ковариационная матрица логарифмов компонент, $\mathbf{1}$ – вектор, состоящий из единиц. Этот результат легко получается из условия равенства нулю всех частных производных функции плотности многомерного логарифмически нормального распределения

$$f(\bar{x}) = \frac{1}{(2\pi)^{\frac{n}{2}} \sqrt{\det \Sigma}} \frac{1}{\prod_{i=1}^n x_i} \times \exp\left(-\frac{1}{2}(\Sigma^{-1} \ln(\bar{x}), \ln(\bar{x}))\right),$$

где $\ln(\bar{x})$ – центрированный случайный вектор.

Таким образом, формула для расчета *условного модального значения* случайного вектора \bar{X} (вектора экономических показателей предприятия) при известной годовой выручке $X_0 = x$ принимает вид:

$$\begin{aligned} ODE(\bar{X}|X_0 = x) &= \\ &= \exp(E(\bar{Y}|Y_0 = y) - \\ &- CV(\bar{Y}|Y_0 = y) \times 1), \end{aligned} \quad (6)$$

медианные значения находим по формуле:

$$\begin{aligned} MEDIAN(\bar{X}|X_0 = x) &= \\ &= \exp(E(\bar{Y}|Y_0 = y)). \end{aligned} \quad (7)$$

Учитывая, что для последнего показателя вводилась искусственная переменная вида $\bar{X} = -\bar{x} + 1,01$, для получения итогового результата (как модального так и медианного) следует для коэффициента маневренности провести обратное преобразование вида: коэффициент маневренности = $1,01 - x_8$. Соответствующие расчеты выполнены в среде статистического пакета R, результаты представлены в табл. 3 и 4.

Медианные значения коэффициента покрытия и коэффициента имобилизации имеют тенденцию к увеличению в зависимости от значений выручки предприятия нефтегазовой отрасли [17]. Так коэффициент покрытия увеличивается с 1,5, рассчитанного для предприятий с выручкой 1 млрд рублей

до 2,13 – для предприятий с выручкой 3000 млрд рублей.

Для модальных значений, приведенных в табл. 4, зависимость от объема выручки менее заметна, т.е. показатели более устойчивы могут быть использованы в оценке отраслевых показателей финансового анализа предприятий [18].

Отличие медианных и модальных результатов объясняется правосторонней асимметрией распределения. [19]

Анализ различий между медианными и модальными результатами исследования

Существенность такого различия поясним на примере. Так как выше рассматривался 9-ти мерный случайный вектор, и условный 8-ми мерный случайный вектор, по очевидным причинам визуализация результатов невозможна. Для наглядности, рассмотрим трехмерный случайный вектор (X_0, X_4, X_5) , X_0 – выручка в млрд руб., X_4 – рентабельность собственного капитала, X_5 –

Таблица 3

Медианные значения показателей при различных значениях выручки предприятий (объем выборки 138 предприятий)

Выручка, млрд руб.	1	2	5	10	50	100	500	1000	2000	3000
коэффициент покрытия	1,5	1,55	1,61	1,66	1,78	1,84	1,97	2,03	2,09	2,13
коэффициент финансового рычага	1,05	0,99	0,91	0,86	0,74	0,69	0,6	0,56	0,52	0,51
коэффициент имобилизации	1,34	1,47	1,66	1,82	2,26	2,48	3,08	3,38	3,71	3,92
рентабельность собственных активов	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22	0,22	0,21	0,21
оборачиваемость дебиторской задолженности	62	66	71	75	86	91	103	109	116	120
оборачиваемость кредиторской задолженности	135	129	122	117	105	101	91	87	84	81
оборачиваемость запасов	26	24	22	21	18	17	14	14	13	12
коэффициент маневренности	-0,32	-0,33	-0,34	-0,35	-0,37	-0,38	-0,40	-0,40	-0,41	-0,42

Таблица 4

Модальные значения показателей при различных значениях выручки предприятий (объем выборки 138 предприятий)

Выручка, млрд руб.	1	2	5	10	50	100	500	1000	2000	3000
коэффициент покрытия	3,99	4,11	4,28	4,41	4,73	4,88	5,23	5,39	5,56	5,66
коэффициент финансового рычага	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
коэффициент имобилизации	0,75	0,83	0,93	1,03	1,27	1,4	1,73	1,9	2,09	2,21
рентабельность собственных активов	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
оборачиваемость дебиторской задолженности	11	11	12	13	15	15	18	19	20	20
оборачиваемость кредиторской задолженности	21	20	19	18	17	16	14	14	13	13
оборачиваемость запасов	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1
коэффициент маневренности	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

оборачиваемость дебиторской задолженности. Из исходной выборки в 185 предприятий, после удаления выбросов только по этим компонентам, осталось 175 предприятий. Для случайного вектора (X_0, X_4, X_5) получен вектор средних значений логарифмов $(0,72; -1,39; 4,33)$ и ковариационная матрица для логарифмированных компонент:

$$\begin{pmatrix} 9,18 & -0,20 & -0,23 \\ -0,20 & 1,38 & -0,049 \\ -0,23 & -0,049 & 1,95 \end{pmatrix}.$$

Рассмотрим условные модальные и медианные значения показателей (компонент случайного вектора) X_4 – рентабельность собственного капитала, X_5 – оборачиваемость дебиторской задолженности при двух значительно отличающихся значениях выручки, для $X_0 = 0,01$ млрд руб. в год и для $X_0 = 3000$ млрд руб. в год (формулы (6) и (7)).

В первом случае, при $X_0 = 0,01$ млрд руб. в году условная мода равна

$$MODE \begin{pmatrix} X_4 \\ X_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,075 \\ 13 \end{pmatrix},$$

условная медиана составит

$$MEDIAN \begin{pmatrix} X_4 \\ X_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,28 \\ 87 \end{pmatrix}.$$

Во втором случае, при $X_0 = 3000$ млрд руб. в году условная мода равна

$$MODE \begin{pmatrix} X_4 \\ X_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,057 \\ 10 \end{pmatrix},$$

условная медиана составит

$$MEDIAN \begin{pmatrix} X_4 \\ X_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,21 \\ 63 \end{pmatrix}.$$

На рис. 5 в трехмерной графике показаны поверхности, изображающие плотность совместных нормальных распределений логарифмов компонент X_4, X_5 . На рисунке показаны поверхности, изображающие плотность совместных логарифмически нормальных распределений компонент X_4, X_5 .

Хорошо видно, что при переходе от координат в логарифмах X_4, X_5 (рис. 5) к

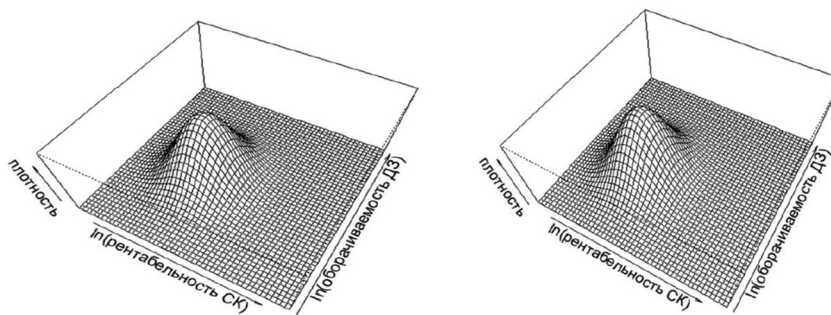


Рис. 5. Поверхности плотности совместных нормальных распределений логарифмов компонент X_4, X_5 . (Слева для случая $X_0 = 0,01$ млрд руб. в год, справа $X_0 = 3000$ млрд руб. в год)

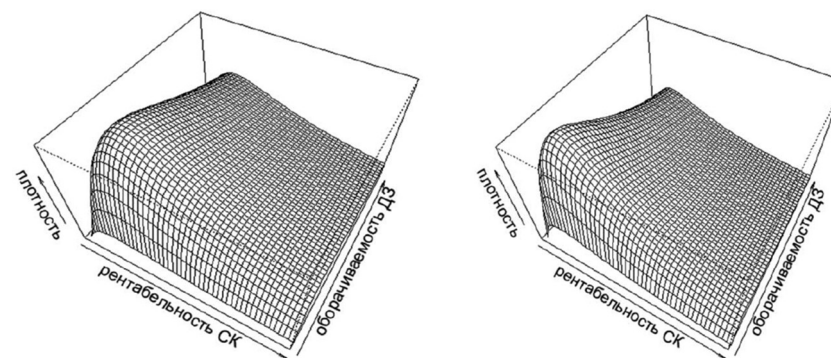


Рис. 6. Поверхности плотности совместных логарифмически нормальных распределений компонент X_4, X_5 . (Слева для случая $X_0 = 0,01$ млрд руб. в год, справа $X_0 = 3000$ млрд руб. в год)

координатам в X_4, X_5 (при потенцировании оси рис. 5 экспоненциальным образом «растягиваются») происходит значительное изменение вида поверхности плотности распределения. При этом точка, соответствующая точке максимума плотности распределения на рис. 5, преобразуется в точку максимума на рис. 6 (т.к.

точка, определенная по формуле (6) единственна). Линии уровня равной плотности для поверхностей, приведенных на рис. 5, представляют собой эллипсы, с центром в точке, с координатами условных средних (логарифмов компонент X_4, X_5). Для поверхностей, показанных на рис. 6 линии уровня равной плотности получают

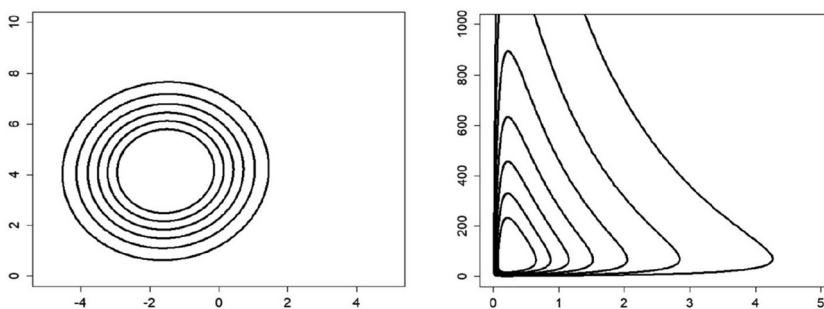


Рис. 7. Эллипсы рассеяния (линии уровней равной вероятности) для нормального распределения логарифмов компонент X_4, X_5 . Линии рассеяния (линии уровней равной вероятности) для логарифмически нормального распределения компонент X_4, X_5 . (Визуальная «похожесть» эллипсов, показанных слева на окружности объясняется слабой коррелированностью компонент, коэффициент корреляции в этом примере мал, но не равен нулю).

экспоненциальным преобразованием координатных осей из эллипсов рассеяния для поверхностей, показанных на рис. 5. Как выглядит такое искажение, показано на рис. 7.

Точка, которая в логарифмах компонент X_4 , X_5 отвечала медиане и совпадала с модальным значением (как и в случае многомерного совместно нормального распределения), при таком преобразовании займет положение на соответствующей линии уровня, т.е. в исходных координатах X_4 , X_5 существует целое множество точек, имеющих ту же вероятность, что и медианная точка, полученная по формуле (7). Может ли такая медианная точка быть использована для оценки отраслевых показателей? Есть много других

равновероятных и существенно отличающихся от неё комбинаций X_4 (рентабельность собственного капитала) и X_5 (оборачиваемость дебиторской задолженности), находящихся на соответствующей линии уровня. Вид линии уровня говорит о том, что такие комбинации X_4 и X_5 (рис. 7, справа) могут иметь значительные отличия и говорить о некоторой типичности какой-то одной из этих комбинаций для отрасли не имеет смысла. Все сказанное выше относится и к оценкам, полученным не по медианам координат, а по математическим ожиданиям координат или любой другой точке, кроме моды двумерного распределения. Мода логарифмически нормального распределения компонент X_4 , X_5

единственна, её координаты X_4 , X_5 являются наиболее вероятным значением рентабельности собственного капитала и оборачиваемости дебиторской задолженности при заданном значении выручки предприятия.

Более того, эта точка является более типичной, чем все остальные, т.к. она имеет наибольшую вероятность, что находится в русле сложившегося в оценочной деятельности понимания рыночной стоимости, как расчетной денежной суммы, соответствующей наиболее вероятной цене. Представляется, что не только рыночная стоимость, но и многие связанные с ней понятия в оценке логично было бы рассматривать в терминах наибольшей вероятности. Случай

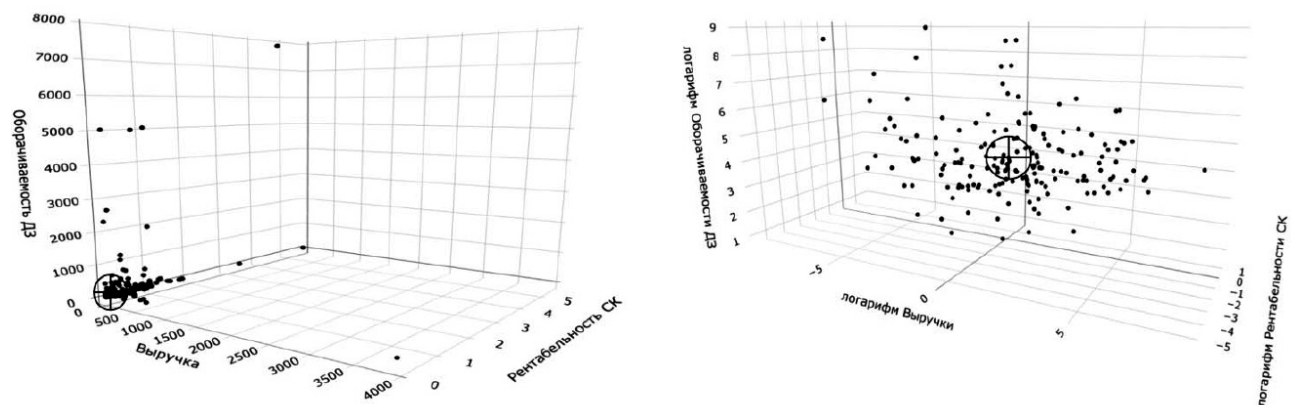


Рис. 8. Рассеяние эмпирических наблюдений по 175 предприятиям в исходных значениях (слева) и логарифмах (Крестиком отмечены положения точек максимальной плотности)

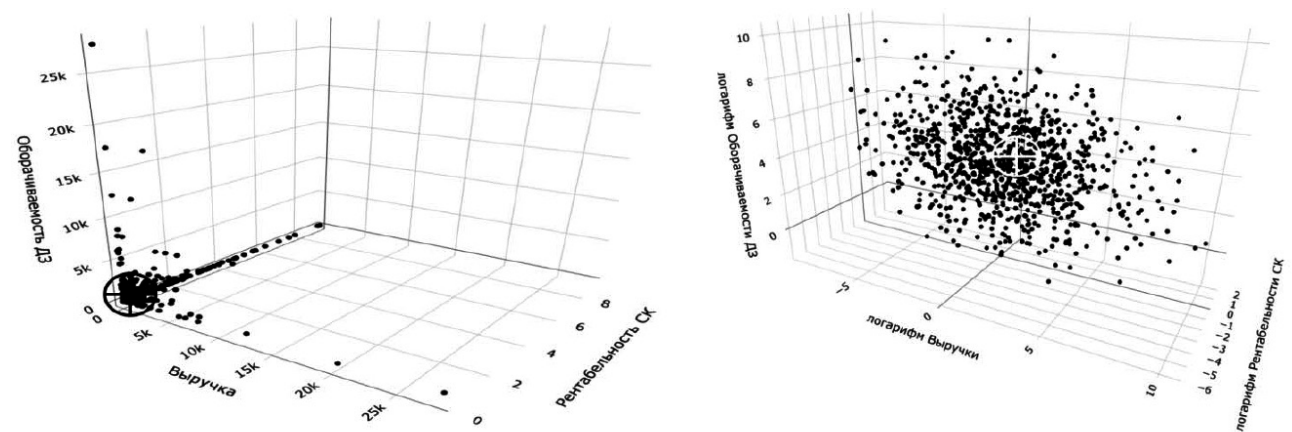


Рис. 9. Рассеяние 10 000 сгенерированных точек с теми же параметрами логарифмически нормального закона, что и модель для исходной выборки (Слева в координатах X_0 , X_4 , X_5 справа в их логарифмах. Крестиком отмечены положения точек максимальной плотности)

размерности более трех имеют такую же логику, хотя и не могут быть представлены графически. Следует отметить, что изученные для данной отрасли 8 показателей, при оценке по медианной формуле (7), указанные в табл. 3 значительно варьируются в зависимости от выручки. Напротив, модальные значения, указанные в табл. 4, при изменении объема выручки меняются незначительно, а в некоторые не меняются вовсе. Это происходит из-за того, что в изучаемой отрасли координаты модальной точки мало чувствительны к значению выручки предприятия. Любые другие оценки, в том числе медианные сильно чувствительны к значению выручки, т.к. оказываются на поверхностях уровня, аналогичных линиям, показанным на рис. 7 справа.

Дополнительной иллюстрацией важности изучения

модальных значений может служить трехмерное изображение наблюденных значений случайного вектора (X_0, X_4, X_5) для 175 предприятий. На рис. 8 показано рассеяние эмпирических наблюдений по 175 предприятиям в исходных значениях координат и в их логарифмах. На рис. 9 показано рассеяние 10 000 точек, сгенерированных в статистическом пакете R с теми же параметрами, что и параметры эмпирических наблюдений.

Таким образом, выбор ансамбля отраслевых показателей, отвечающий точке максимальной плотности, представляется обоснованным и отвечающим общему содержанию оценочной деятельности [20].

Заключение

В заключении отметим, в работе авторами разработаны этапы определения отрасле-

вых показателей финансового анализа на примере отрасли по добыче сырой нефти и природного газа, но предложенный алгоритм применим для всех отраслей. В работе показано, что ориентация на общеустановленные рекомендуемые значения показателей покрытия, финансового рычага, иммобилизации, рентабельности и оборачиваемости представляются некорректной в силу разнообразия специфических особенностей деятельности предприятий различных отраслей. Рекомендуем рассчитывать наиболее вероятные отраслевые коэффициенты по группам в зависимости от масштаба предприятия (выручки или капитализации), а средние и медианные показатели отраслевых коэффициентов, выведенные аудиторской фирмой «Авдеев и К» на портале TestFirm, необходимо применять с осторожностью.

Литература

1. Методологические рекомендации по проведению анализа финансово-хозяйственной деятельности организации (утверждены заместителем председателя Государственного комитета России по статистике В.И. Галицким, дата утверждения: 28.11.2002). [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=142116&fld=134&dst=100000001,0&rnd=0.6079973805181149#048781732051338356> (Дата обращения: 12.03.2020).
2. Касимова Д.Ф. Обзор методик финансового анализа, утвержденных нормативно-правовыми актами // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 3 (53). С. 242–245.
3. Мишин Н.Д., Ливинцова М.Г. Финансовый анализ деятельности предприятия // В сборнике: Неделя науки СПбПУ материалы научного форума с международным участием. Инженерно-экономический институт. Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Инженерно-экономический институт; Ответственные редакторы: О.В. Калинина, С.В. Широкова. 2015. С. 425–427.
4. Федорова Е.А., Чухланцева М.А., Черкизов Д.В. Нормативные значения коэффициентов финансовой устойчивости: особенности

видов экономической деятельности // Управленческие науки. 2017. № 2. С. 44–55.

5. Отраслевые финансовые показатели аудиторской фирмы «Авдеев и К» на портале Test Firm [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.testfirm.ru/otrasli/06/>

6. Шипицын А.В., Журавлева Н.В. Компьютерный расчет отраслевых финансовых коэффициентов для крупных компаний США // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2016. № 5 (61). С. 193–200.

7. Пашенко Т.В. Использование анализа балансовых показателей для бухгалтерских экспертиз // Вестник Пермского университета Серия: Экономика. 2018. Т. 13. № 3. С. 468–481.

8. Андриенко Е.А., Баландина А.С., Андриенко О.В., Пичугина Ж.С. Формирование свободного финансового индикатора для ранжирования хозяйствующих субъектов (на примере нефтегазового комплекса Томской области) // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2018. № 41. С. 211–225.

9. Муравьева Н.Н., Тапалева Н.С. Оценка целевых значений индикаторов эффективности управления финансами на предприятиях малого и среднего бизнеса с учетом отраслевой и региональной специфики // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019. Т. 81. № 2(80). С. 290–300.

10. Рытова Е.В., Гутман С.С., Козлов А.В. Оценка финансового потенциала региона на основе нечетко-множественных методов (на примере ЯНАО) // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2018. Т. 2. С. 416–419.

11. Козлов А.В., Рытова Е.В., Гутман С.С., Зайченко И.М. Оценка уровня промышленного развития региона на основе нечетко-множественных методов // Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям. 2016. Т. 2. С. 348–351.

12. Система комплексного раскрытия информации об эмитентах «СКРИН» [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://podft.skrin.ru/>

13. Сулоева С.Б., Бабкин А.В. Стратегический контроллинг и его информационная система // Научно-технические ведомости СПбГТУ. 2005. № 3 (41). С. 175–182.

14. Пономарева О.А. Анализ данных с помощью аналитической платформы DEDUCTOR // В сборнике: Информатика и вычислительная техника сборник научных трудов. Под ред. В.Н. Негоды. 2016. С. 192–194.

15. Rusakov O.V., Laskin M.B., Jaksumbaeva O.I. Pricing in the real estate market as a stochastic limit. Log normal approximation // International

Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences. 2016. Т. 10. С. 229–236.

16. Ласкин М.Б., Русаков О.В., Джаксумбаева О.И. Оценка показателей рынка недвижимости по статистическим данным на основе многомерного логарифмически нормального закона // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2016. Т. 20. № 2. С. 268–284.

17. Некрасова Т.П., Алексеева А.О. Ценовая политика предприятия нефтегазовой промышленности // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2016. № 3 (245). С. 59–66.

18. Ozerov E.S., Pupentsova S.V., Leventsov V.A., Dyachkov M.S. Selecting the best use option for assets in a corporate management system // Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) 6th International Conference ICRITO. 2017. С. 162–170.

19. Alekseeva N., Antoshkova N., Pupentsova S. Application of the Monte-Carlo simulation method in building and energy management systems // Advances in Intelligent Systems and Computing. 2019. Т. 983. С. 257–266.

20. Дамодаран А. Инвестиционная оценка. М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. 1950 с.

References

1. Metodologicheskiye rekomendatsii po provedeniyu analiza finansovo-khozyaystvennoy deyatelnosti organizatsii = Methodological recommendations for the analysis of the financial and economic activities of the organization (approved by the Deputy Chairman of the Russian State Committee for Statistics V. I. Galitsky, approval date: 11/28/2002). [Internet]. Available from: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=LAW&n=142116&fld=134&dst=1000000001,0&rnd=0.6079973805181149#048781732051338356> (cited 12.03.2020). (In Russ.)

2. Kasimova D.F. A review of financial analysis methods approved by regulatory legal acts. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Orenburg State Agrarian University*. 2015; 3 (53): 242-245. (In Russ.)

3. Mishin N.D., Livintsova M.G. Financial analysis of enterprise activity. V sbornike: *Nedelya nauki SPbPU materialy nauchnogo foruma s mezhdunarodnym uchastiyem. Inzhenerno-ekonomicheskij institut. Sankt-Peterburgskiy politekhnicheskij universitet Petra Velikogo, Inzhenerno-ekonomicheskij institute = In the collection: Science Week SPbPU materials of a scientific forum with international participation. Engineering and Economic Institute. Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Engineering and Economics Institute. Responsible*

editors: O.V. Kalinina, S.V. Shirokova. 2015: 425-427. (In Russ.)

4. Fedorova Ye.A., Chukhlantseva M.A., Cherkizov D.V. Normative values of financial stability ratios: features of the types of economic activity. *Upravlencheskiye nauki = Management Sciences*. 2017; 2: 44-55. (In Russ.)

5. Otrasleyvyye finansovyye pokazateli auditorskoy firmy «Avdeyev i K» na portale Test Firm = Sectoral financial indicators of the audit firm "Avdeev and K" on the portal Test Firm [Internet]. Available from: <https://www.testfirm.ru/otrasli/06/> (In Russ.)

6. Shipitsyn A.V., Zhuravleva N.V. Computer calculation of industry-specific financial ratios for large US companies. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava = Bulletin of the Belgorod University of Cooperation, Economics and Law*. 2016;5 (61): 193-200. (In Russ.)

7. Pashchenko T.V. The use of balance sheet analysis for accounting examinations. *Vestnik Permskogo universiteta Seriya: Ekonomika = Bulletin of Perm University Series: Economics*. 2018; 13; 3: 468-481. (In Russ.)

8. Andriyenko Ye.A., Balandina A.S., Andriyenko O.V., Pichugina ZH.S. The formation of a free financial indicator for ranking business entities (for example, the oil and gas complex of the Tomsk region). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekonomika = Tomsk State University Bulletin. Economy*. 2018; 41: 211-225. (In Russ.)

9. Murav'yeva N.N., Tapaleva N.S. Assessment of target values of indicators of financial management efficiency in small and medium-sized enterprises taking into account industry and regional specifics. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologiy* = Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019; 81; 2(80): 290-300. (In Russ.)

10. Rytova Ye.V., Gutman S.S., Kozlov A.V. Assessment of the financial potential of the region based on fuzzy-multiple methods (for example, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug). *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam* = International Conference on Soft Computing and Measurements. 2018; 2: 416-419. (In Russ.)

11. Kozlov A.V., Rytova Ye.V., Gutman S.S., Zaychenko I.M. Assessing the level of industrial development of a region based on fuzzy-multiple methods. *Mezhdunarodnaya konferentsiya po myagkim vychisleniyam i izmereniyam* = International Conference on Soft Computing and Measurements. 2016; 2: 348-351. (In Russ.)

12. Sistema kompleksnogo raskrytiya informatsii ob emitentakh «SKRIN» = The system of comprehensive disclosure of information about issuers "SKRIN" [Internet]. Available from: <https://podft.skrin.ru/> (In Russ.)

13. Suloyeva S.B., Babkin A.V. Strategic controlling and its information system. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGTU* = Scientific and Technical Sheets of St. Petersburg State Technical University. 2005; 3 (41): 175-182. (In Russ.)

14. Ponomareva O.A. Data analysis using the analytical platform DEDUCTOR. V sbornike: *Informatika i vychislitel'naya tekhnika sbornik nauchnykh trudov. Pod red. V.N. Negody* = In the

collection: *Informatika and computer technology collection of scientific papers*. Ed. V.N. Scoundrels. 2016: 192-194. (In Russ.)

15. Rusakov O.V., Laskin M.B., Jaksumbaeva O.I. Pricing in the real estate market as a stochastic limit. Log normal approximation. *International Journal of Mathematical Models and Methods in Applied Sciences*. 2016; 10: 229-236.

16. Laskin M.B., Rusakov O.V., Dzhaksumbayeva O.I. Evaluation of indicators of the real estate market according to statistical data on the basis of a multidimensional logarithmically normal law. *Ekonomicheskiy zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki* = Economic Journal of the Higher School of Economics. 2016; 20; 2: 268-284. (In Russ.)

17. Nekrasova T.P., Alekseyeva A.O. Pricing policy of the oil and gas industry. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskiye nauki* = Scientific and technical statements of St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences. 2016; 3 (245): 59-66. (In Russ.)

18. Ozerov E.S., Pupentsova S.V., Leventsov V.A., Dyachkov M.S. Selecting the best use option for assets in a corporate management system. *Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) 6th International Conference ICRITO*. 2017: 162-170.

19. Alekseeva N., Antoshkova N., Pupentsova S. Application of the Monte-Carlo simulation method in building and energy management systems. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2019; 983: 257-266.

20. Damodaran A. *Investitsionnaya otsenka* = Investment Appraisal. Moscow: Alpina Business Books; 2004. 1950 p. (In Russ.)

Сведения об авторах

Николай Алексеевич Бухарин

К.т.н., директор центра МИПК, СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия
Эл. почта: nbukharin@mail.ru

Михаил Борисович Ласкин

К.ф.-м.н., старший научный сотрудник, доцент СПИИРАН, Санкт-Петербург, Россия
Эл. почта: laskinmb@yahoo.com

Светлана Валентиновна Пупенцова

К.э.н., доцент СПбПУ, Санкт-Петербург, Россия
Эл. почта: pupentsova_sv@spbstu.ru

Information about the authors

Nikolay A. Bukharin

Cand. Sci. (Technical sciences), Director of the MIPK center, SPbPU, Saint Petersburg, Russia
E-mail: nbukharin@mail.ru

Mikhail B. Laskin

Cand. Sci. (Phys. – Math.), Senior Researcher, Associate Professor SPIIRAS, Saint Petersburg, Russia
E-mail: laskinmb@yahoo.com

Svetlana V. Pupentsova

Cand. Sci. (Economics), Associate Professor SPbPU, Saint Petersburg, Russia
E-mail: pupentsova_sv@spbstu.ru