

ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОТРАСЛИ

DOI: 10.18572/2686-8598-2022-4-1-20-30

УДК 330.43

ББК: 65в6

Алимханова Алия Нуржановна
*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, Томск, Россия*
aliya0alimkhanova@gmail.com

Мицель Артур Александрович
*Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, Томск, Россия*

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, Томск, Россия*
maa@asu.tusur.ru

Цель: Оценка эффективности российских предприятий промышленной отрасли на основе стохастического метода с использованием финансовых показателей за 2017–2018 гг.

Метод: Для оценки эффективности деятельности предприятий используется параметрический метод SFA (Stochastic Frontier Analysis), основанный на стохастической модели производственной функции. Чтобы достичь более точных результатов была выполнена модификация данного метода. А также с помощью разработанного модифицированного метода SFA спрогнозировано банкротство предприятий промышленной отрасли Российской Федерации на основе отобранных значимых финансовых показателей. Было проанализировано 35 предприятий банкротов и 35 действующих предприятий одной отрасли.

Результаты: В результате проделанной работы с использованием открытых источников можно увидеть, как изменяется эффективность разных предприятий одной отрасли за несколько лет.

Заключение: Данное исследование позволяет говорить о способности применения метода Stochastic Frontier Analysis и его модификации на исследуемых данных в процессе контроля за динамикой эффективности предприятий как обанкротившихся, так и действующих. Такая оценка эффективности может быть рекомендована и другим отраслям экономики.

Ключевые слова: эффективность, метод стохастической границы, финансовые показатели, параметрический метод, SFA.

ВВЕДЕНИЕ

Понятие эффективности занимает важное значение в экономической науке, а на сегодняшний день наблюдается её возрастающая роль в каждом секторе экономики. Оценка эффективности компании позволяет определить правильную и выгодную стратегию использования ресурсов, что показывает её потенциальный уровень. Оценка эффективности можно использовать для прогнозирования риска банкротства российских предприятий.

Несмотря на разнообразие существующих подходов, и предлагаемых методик, сегодня отсутствует комплексное взаимосвязанное математическое и программное обеспечение для задач стратегического управления риском банкротства на всех его этапах. В связи с этим актуальна разработка модели, обеспечивающая поддержку принятия решений на основных этапах управления риском банкротства предприятия.

Таким образом, методика, построенная на основе метода SFA, может послужить как инструмент для прогнозирования банкротства предприятий.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Методы оценки эффективности можно разделить на два основных подхода: параметрические и непараметрические. Непараметрические методы включают в себя метод TFA и метод DEA, а параметрический подход: метод DFA и метод SFA.

Метод TFA («Thick Frontier Analysis» — метод широкой границы), данный метод основан на построении границы эффективности по панельным данным. Рассмотрение данного метода начинается с сортировки данных по средним затратам. Выполняется до тех пор, пока не сформируется две «широкие границы» для самого высокого и самого низкого квартиля средних затрат для каждого периода в выборке. После чего вычисляется средняя неэффективность организаций с максимальным квартилем путем сравнения двух толстых границ (Wagenvoort and Schure, 2006).

Метод огибающих или метод оболочки данных (Data Envelopment Analysis, DEA) — основан на построении границы эффективности, которая и является аналогом производственной функции, когда выпуск является не скалярным, а векторным, т.е. когда выпускается несколько видов продукции (Alimkhanova and Mitsel, 2019). Показатели эффективности определяются методами линейного программирования. В работе (Rukavitsyna and Smolin, 2008) авторы рассматривают техническую эффективность аптечной сети, другие авторы (Khasanov et. al., 2015) рассматривают вопрос о применении данного метода для оценки эффективности предприятий в социальной сфере ЖКХ. В работе (Morgunova and Morgunov, 2008) и (Abankina et.al., 2013) авторы оценивают техническую эффективность российских университетов.

В рассмотренных литературных источниках для сравнения эффективности деятельности предприятий исходными данными являются объёмы используемых ресурсов и готовой продукции предприятий.

Скорректированный метод наименьших квадратов (Corrected Ordinary Least Squares, COLS) и модифицированный метод наименьших квадратов (Modified Ordinary Least Squares, MOLS), эти методы полагаются на метод наименьших квадратов (МНК) для оценки параметров производственной функции, но различаются обработкой остатков МНК. Оценка получается путем преобразования оценки наименьших квадратов в детерминированную граничную модель (Vasanthi et. al., 2017).

Метод стохастического граничного анализа (Stochastic Frontier Analysis, SFA) основан на стохастической модели производственной функции (Ipatova and Peresetskii, 2013). Выбор такого метода обусловлен учётом влияния на результирующую функцию статистического шума, а также факторов, по каким-либо причинам не включённых в модель. В основе данного метода лежит предположение о том, что неэффективность несимметрично распределена, тогда как случайная ошибка подчиняется симметричному распределению (Borisova, 2010). Она была параметризована в форме производственной функции Кобба-Дугласа:

$$\ln(y^{(i)}) = y^{(x)} \beta + v^{(i)} - u^{(i)}, i = 1, 2, \dots, N$$

где $\ln(y^{(i)})$ - натуральный логарифм числового значения выпуска i -й фирмы; $x^{(i)}$ — вектор, размерность которого $(k+1)$; N — количество рассматриваемых фирм; β — вектор неизвестных параметров, подлежащих оценке; $v^{(i)}$ - случайная ошибка, предназначенная для измерения воздействия на значение переменной выпуска случайных факторов; $u^{(i)}$ — случайная переменная, которая имеет положительное значение, связанная с технической неэффективностью фирм в отрасли.

Среди отечественных работ, использующих метод стохастического граничного анализа и посвященных отдельным отраслям экономики, следует выделить следующие работы: Работа (Golovan et. al., 2007) посвящена анализу банковского сектора; (Borisova, 2010) в работе исследованы некоммерческие организации; авторы (Ipatova and Peresetskii, 2013) рассматривают российские предприятия по производству резиновых и пластмассовых изделий за 2006-2010 гг.; (Malakhov and Pilnik, 2013) исследовали бетонную промышленность, а также проанализировали последние достижения в области моделирования эффективности на примере SFA-моделей; (Afanasev, 2006) изучает техническую эффективность предприятий по производству и сбыту товаров хозяйственного назначения; (Aivazian et. al., 2014) в своей работе рассматривают отрасли разработки программного обеспечения и фармацевтики; (Shchetinin and Nazrullaev, 2012) в работе оценивается стохастическая производственная граница предприятий, производящих пищевые продукты.

Среди зарубежных авторов следует отметить работы: (Margono et. al., 2010). в которой авторы исследовали отдачу от масштаба индонезийских банков с помощью оценки эффективности издержек; в работе (Tovar et. al., 2012). проведено исследование влияния размера фирмы на сектор распределения электричества Бразилии; в (Lui et. al., 2012) авторы анализируют техническую эффективность в китайском промышленном секторе.

Актуальны исследования на сравнение различных методов оценки эффективности предприятий. Например, в работе (Ponkina and Kurochkin, 2014) авторы исследовали и применили базовые эконометрические методы измерения эффективности для сельскохозяйственного производства: метод DEA и метод SFA. Апробация методов оболочки данных и стохастической границы, выявила, что можно получить, таким образом, наиболее важные практико-ориентированные показатели, так и необходимость углубленно рассмотреть данные методы. В работе (Bakhtin, 2009) рассмотрены два подхода DEA и SFA для оценки технической эффективности предприятий. При использовании DEA рассмотрены модели с различным набором финансовых показателей. Из результатов, полученных методом DEA, показано, что более однородной по структуре является производственная отрасль. Из результатов SFA-анализа следует, что несколько более однородна отрасль розничной торговли. Из работы (Bondareva and Morozova, 2018) известно, что внутренняя норма доходности является наиболее часто встречающимся показателем эффективности вложенных инвестиций на промышленных предприятиях. Авторы проанализировали преимущества и недостатки современных методов оценки эффективности, выявили тенденции развития моделей оценки эффективности инвестиционного процесса на промышленных предприятиях.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДА SFA

Параметрический метод SFA был предложен в 1977 году (Aigner and Lovell, 1977). В отличие от непараметрического метода огибающих, данный метод предполагает наличие случайных отклонений от границы эффективности, связанных со стохастической природой производственного процесса.

Базовая модель стохастической производственной границы представляет параметрически заданную производственную функцию со случайной ошибкой, которая состоит из стохастического шума v_i и неэффективности u_i (Kumbhakar and Lovell, 2000):

$$\ln y_i = \alpha_0 + f(\ln x_{1i}, \dots, \ln x_{ki}; \beta) + v_i - u_i,$$

где $f(\cdot)$ - параметрически заданная функция (Кобба-Дугласа или транслогарифмическая); X_{ji} — факторы производства, $j = 1, \dots, k$; $i = 1, \dots, N$ — количество рассматриваемых фирм.

В методе SFA предполагается, что u_i имеет полунормальное ($u_i \sim N^+(0, \exp(z_i' \theta))$) или экспоненциальное ($Var(u_i) = \exp(z_i' \theta)$) распределение, где z_i — детерминанты дисперсионной функции для ошибки неэффективности.

В работе (Heshmati et al., 2000) впервые были предложены модификации модели, которые позволили разделить неоднородность и неэффективность на основе использования двухшаговой процедуры оценивания.

Первая модификация имеет вид:

$$\ln y_{it} = \alpha_1 + f(\ln x_{1,it}, \dots, \ln x_{k,it}; \beta) + v_{it} - u_{it},$$

где v_{it} — случайная ошибка с нормальным распределением, а u_{it} — полунормальное или экспоненциальное распределение, α_i — индивидуальный фиксированный эффект для i -го предприятия.

Вторая модификация имеет вид:

$$y_{it} = \alpha_0 + \beta^T x_{it} + w_i + v_{it} - u_{it},$$

где w_i — случайный индивидуальный эффект для i -го предприятия, имеющий нормальное распределение ($N(0, \sigma_w^2)$).

Позже в трудах (Kumbhakar et al., 2014) авторы представили модель, которая отделяет эффекты организации от постоянной (неизменной во времени), так и от остаточной (изменяющейся во времени) технической неэффективности.

$$\ln y_{it} = \alpha_0 + f(\ln x_{1,it}, \dots, \ln x_{k,it}; \beta) + (\mu_i - \eta_i) + (v_{it} - u_{it}),$$

где v_{it} — случайная ошибка, $u_{it} \geq 0$ — случайная величина (неэффективность), зависящая от времени; $\eta_i \geq 0$ — случайная величина, отвечающая за постоянную во времени техническую неэффективность; μ_i — случайно выбранный эффект организации, включающий ненаблюдаемые инвариантные факторы производства.

Одной из самых распространенных формул оценки технической эффективности является (Battese and Coelli, 1988):

$$TE_i = E(e^{-u_i} | \varepsilon_i)_{\varepsilon_i = \hat{\varepsilon}_i}$$

где $\varepsilon_i = v_i - u_i$.

Более подробно данный метод описан в работах (Malakhov and Pilnik, 2013).

Классический метод SFA основан на производственной функции предприятия, связывающей объём выпускаемой продукции с объёмами потребляемых ресурсов. При этом модель SFA использует несколько входных (объёмы потребляемых ресурсов) и только один выходной параметр — объём выпускаемой продукции.

Суть предлагаемой модификации модели на основе метода SFA заключается в следующем:

1) вместо данных о потребляемых ресурсах и объёма выпуска использовать финансовые показатели деятельности предприятия;

2) использовать не один выходной параметр, а одновременно учитывать несколько ключевых финансовых показателей в качестве выходных данных, на основе которых оценивается финансовая деятельность исследуемых экономических объектов.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Для оценки финансово-хозяйственной деятельности предприятия чаще всего используют систему показателей: оценка рентабельности, оценка ликвидности, оценка финансовой устойчивости и оценка деловой активности. В каждой группе насчитывается порядка 6-12 коэффициентов (в сумме около 41). Для исследования были исключены дублирующие коэффициенты. Например, не включили коэффициент оборачиваемости запасов в днях, но был включен коэффициент оборачиваемости запасов в оборотах.

Для проведения исследования используется информационно-эмпирическая база, которой послужат данные бухгалтерской отчетности предприятий промышленной отрасли из Формы №1 «Бухгалтерский баланс» и Формы №2 «Отчёт о финансовых результатах». Данные берутся из открытых источников: 1) Центр раскрытия корпоративной информации; 2) Единый федеральный реестр сведений о банкротстве. Также был произведен предварительный отбор предприятий, для того чтобы исключить опечатки и значения финансовых показателей были в разумных пределах.

В качестве зависимых переменных были выбраны показатели:

1) коэффициент задолженности — показывает долю активов, сформированных в результате привлечения долгового финансирования;

2) коэффициент маневренности оборотного капитала — отражает долю собственных оборотных средств в собственном капитале.

Объясняющими переменными является система показателей, состоящая из следующих показателей:

1) коэффициент рентабельности;

2) коэффициент финансовой устойчивости;

3) коэффициент деловой активности;

4) коэффициент ликвидности.

Было проанализировано 70 предприятий (35 предприятий банкротов и 35 действующих предприятий) одной отрасли. Значения оценки эффективности лежат в пределах от 0 до 1.

На рисунке 1 представлена динамика эффективности финансово-хозяйственной деятельности обанкротившихся предприятий и действующих предприятий соответственно за период с 2017 по 2018 гг. Действующие предприятия выделены, синим и красным цветом, а обанкротившиеся — зеленым и фиолетовым цветом. Наихудшими значениями является оценка эффективности, попавшая в диапазон от 0 до 0,2. Показатели обанкротив-

шихся предприятий с 2017 года убывают, это можно на рисунке 1, подтверждая статус предприятий «банкрот». Чем ближе к нулю, тем предприятие является менее эффективным.

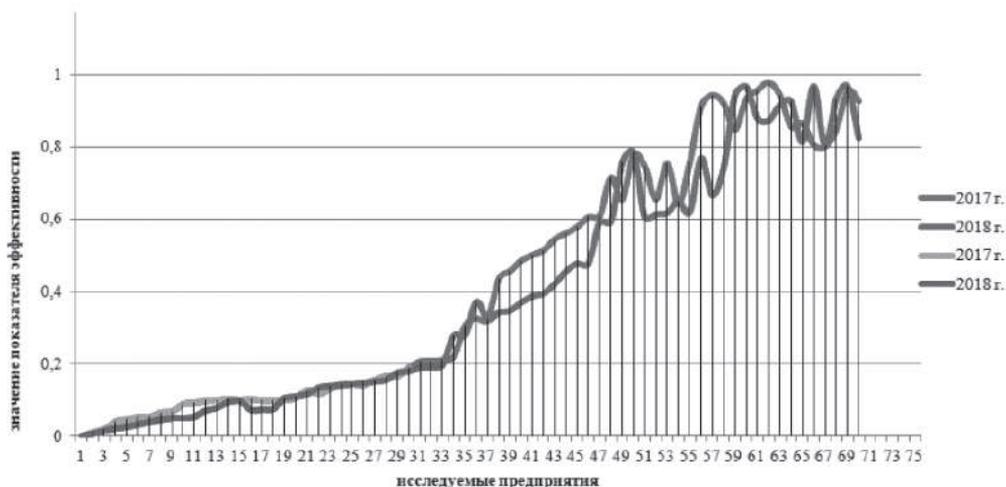


Рис. 1. График оценок эффективности предприятий / авторские результаты

Таблица 1

Распределение оценок эффективности методом SFA

Значение эффективности	2017		2018	
	Кол-во предприятий	%	Кол-во предприятий	%
0-0,2	30	42,86	33	47,14
0,2-0,4	7	10	9	12,86
0,4-0,6	8	11,43	6	8,57
0,6-0,8	10	14,28	10	14,29
0,8-1	15	21,43	12	17,14

Предприятия с эффективностью от 0,8-1 имеют наиболее оптимальную стратегию среди других предприятий. Это означает, что предприятие имеет в составе больше активов и чем больше эффективность, тем меньше предприятие испытывает конкуренцию. Остальным предприятиям стоит пересмотреть свою стратегию в данном сегменте.

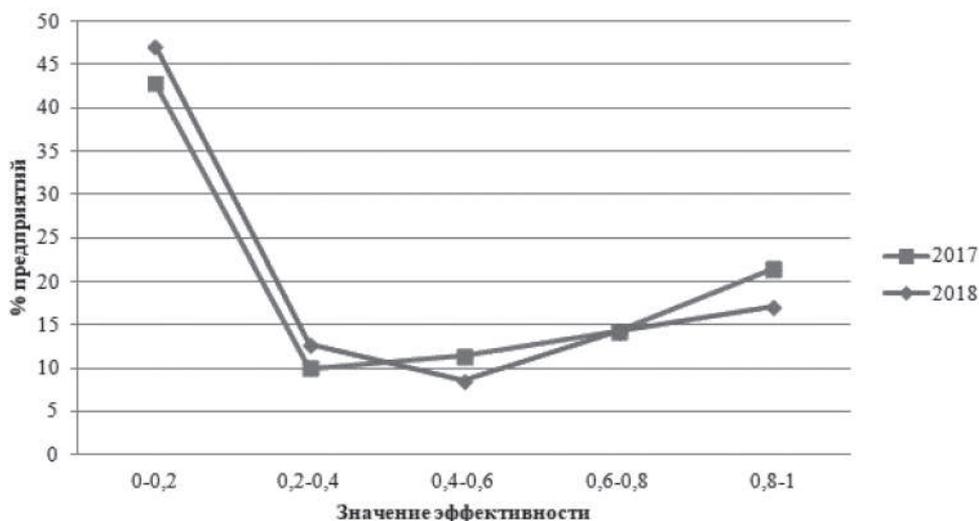


Рис. 2. График распределения оценок эффективности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ полученных результатов показал, что метод SFA можно использовать для оценки эффективности экономических объектов, описываемых финансовыми показателями, а не объемами затрачиваемых ресурсов и выпусков продукции. Результаты, полученные в ходе данного исследования, позволяют говорить о возможности применения данного метода для проведения диагностики финансового состояния предприятий. Такой метод может быть рекомендован и для разных отраслей экономики, таких как строительство, торговля, сельское хозяйство, общественное питание и многие другие.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа подготовлена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект №20-31-90100).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abankina I.V., Aleskerov F.T., Belousova V. Iu., Zinkovskii K.V., Petrushchenko V. V. (2013). Otsenka rezultativnosti universitetov s pomoshchiu obolochechnogo analiza dannykh [Assessing the performance of universities using shell data analysis]. Voprosy obrazovaniia, (2), 15-48.

2. Afanasev M. Iu. (2006). Model proizvodstvennogo potentsiala s upravliaemyimi faktorami neeffektivnosti [Production capacity model with controllable inefficiencies]. *Prikladnaia ekonometrika*, 4 (4), 74-89.
3. Aigner D. J., Lovell CAK., Schmidt P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, (6), 21-37.
4. Aivazian S. A., Afanasev M. Iu., Rudenko V. A., (2014). Otsenka effektivnosti regionov RF na osnove modeli proizvodstvennogo potentsiala s kharakteristikami gotovnosti k innovatsiiam [Evaluation of the effectiveness of the regions of the Russian Federation based on a model of production potential with characteristics of readiness for innovation]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, 50(4), 34-70.
5. Alimkhanova A.N., Mitsel A.A. (2019) Otsenka effektivnosti predpriatii na osnove metoda DEA [Evaluation of enterprise performance based on the DEA method]. *Doklady TUSUR*, (22), 104-108.
6. Bakhtin K. V. (2009) Otsenka i sravnenie tekhnicheskoi effektivnosti rossiiskikh promyshlennykh i torgovykh kompanii [Assessment and comparison of the technical efficiency of Russian industrial and trading companies]. Moskva: Rossiiskaia Ekonomicheskaiia Shkola.
7. Battese G. E., Coelli T. J. (1988). Prediction of firm-level technical efficiencies: With a generalized frontier production function and panel data. *Journal of Econometrics*, 38, 387–399.
8. Battese G., Coelli T. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, (3), 153–169.
9. Bondarev I. A., Morozova V. D. (2018). Otsenka effektivnosti investitsionnoi deiatelnosti promyshlennykh predpriatii [Evaluation of the efficiency of investment activities of industrial enterprises]. *Izvestiia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*, (2), 86-92.
10. Borisova E. I. (2010). Analiz effektivnosti nekommercheskikh assotsiatsii metodom stokhasticheskoi granitsy na primere tovarishchestv sobstvennikov zhilia [Analysis of the effectiveness of non-profit associations using the stochastic frontier method on the example of homeowners' associations]. *Prikladnaia ekonometrika*, (4), 75-101.
11. Golovan S. V., Kostiurina O. Iu, Pastukhova E. V., Karminskii A. M., Peresetskii A. A. (2007). Effektivnost rossiiskikh bankov s tochki zreniia minimizatsii izderzhok [Efficiency of Russian banks in terms of cost minimization]. Moskva: Rossiiskaia ekonomicheskaiia shkola, 25.
12. Heshmati A., Kumbhakar S. C., Hjalmarsson L. (1995). Efficiency of the Swedish pork industry: A farm level study using rotating panel data 1976–1988. *European Journal of Operational Research*, 80 (3), 519–533.

13. Ipatova I. B., Peresetskii A. A. (2013) *Tekhnicheskaiia effektivnost predpriatii otrasli proizvodstva rezinovykh i plastmassovykh izdelii* [Technical efficiency of enterprises in the rubber and plastic products industry]. *Prikladnaia ekonometrika*, (4), 71-92.
14. Khasanov E. P., Zelenkov P.V., Bakhmareva K. K., Smirnov O. O. (2015). *Sistema analiza effektivnosti deiatelnosti predpriatii sotsialnoi sfery* [System for analyzing the efficiency of social enterprises]. *Put Nauki*, (11), 48-49.
15. Kumbhakar S. C., Lien G. D., Hardaker J. B. (2014). Technical efficiency in competing panel data models: A study of Norwegian grain farming. *Journal of Productivity Analysis*, 41 (2), 321–337.
16. Kumbhakar S.C., Lovell C.A.K. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge: Cambridge University Press.
17. Liu T., Li K.-W. (2012). Analyzing China's productivity growth: Evidence from manufacturing industries. *Economic Systems*, (36), 531–551.
18. Malakhov D. I. Pilnik N. P. (2013). *Metody otsenki pokazatelia effektivnosti v modeliakh stokhasticheskoi proizvodstvennoi granitsy* [Methods for assessing the performance indicator in stochastic production frontier models]. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki*, (4), 660-686.
19. Margono H., Sharma S. C., Melvin II P. D. (2010). Cost efficiency, economies of scale, technological progress and productivity in Indonesian banks. *Journal of Asian Economics*, (21), 53–65.
20. Morgunova O. N., Morgunov E. P. (2008) *Sistema upravleniia effektivnosti funktsionirovaniia vuza* [Management system for the efficiency of the university]. *Vestnik Vost -Sib gos tekhnologich un-ta*, (1), 43–50.
21. Ponkina E. V., Kurochkin D. V. (2014). *Tekhnologicheskaiia effektivnost proizvodstva produktsii rastenievodstva izmerenie na osnove ekonometricheskikh metodov Data Envelopment Analysis i Stochastic Frontier Analysis* [Technological efficiency of crop production: measurement based on econometric methods Data Envelopment Analysis and Stochastic Frontier Analysis]. *Izvestiia Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta*, 1 (81), 170-178.
22. Rukavitsyna T. A., Smolin V. V. (2008) *Realizatsiia metoda DEA dlia diagnostiki finansovogo sostoianiiia predpriatii* [Implementation of the DEA method for diagnosing the financial condition of enterprises]. *Vestnik Sibirskogo gos. Aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M. F. Reshetneva*, (20), 171–175.
23. Shchetinin E. I., Nazrullaeva E. Iu. (2012). *Proizvodstvennyi protsess v pishchevoi promyshlennosti vzaimosviaz investitsii v osnovnoi kapital i tekhnicheskoi effektivnosti* [The production process in the food industry the relationship between investment in fixed assets and technical efficiency]. *Prikladnaia ekonometrika*, 4 (28), 63-84.
24. Tovar B., Ramos-Real F. J., de Almeida E. F. (2011). Firm size and productivity. Evidence from the electricity distribution industry in Brazil. *Energy Policy*, (39), 826–833.

25. Vasanthi, R., Sivasankari, B., & Gitanjali, J. (2017). A stochastic frontier and corrected Ordinary Least Square models of determining technical efficiency of canal irrigated paddy farms in Tamil Nadu. *Journal of Applied and Natural Science*, (2), 658-662.
26. Wagenvoort, R. J. L. M., Schure, P. H. (2006). A Recursive Thick Frontier Approach to Estimating Production Efficiency. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 68, 183–201.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF INDUSTRIAL ENTERPRISES

Alimkhanova Aliya Nurzhanovna

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Tomsk, Russia*

Mizel Artur Alexandrovich

*Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics,
Tomsk, Russia
Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia*

Objective: To evaluate the efficiency of Russian industrial enterprises based on the stochastic method using financial indicators for 2017-2018.

Method: the parametric SFA (Stochastic Frontier Analysis) method based on a stochastic model of the production function is used to assess the efficiency of enterprises. In order to achieve more accurate results, a modification of this method was performed. And also with the help of the developed modified SFA method, the bankruptcy of industrial enterprises of the Russian Federation was predicted on the basis of selected significant financial indicators. 35 bankrupt enterprises and 35 operating enterprises of the same industry were analyzed.

Results: As a result of the work done using open sources, you can see how the efficiency of different enterprises in the same industry changes over several years.

Conclusion: This study suggests the ability to use the Stochastic Frontier Analysis method and its modification on the studied data in the process of monitoring the dynamics of the efficiency of enterprises both bankrupt and operating. Such an assessment of efficiency can be recommended to other sectors of the economy.

Keywords: efficiency, stochastic boundary method, financial indicators, parametric method, SFA.