

временных условиях. - Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Аэтерна", 2017. - с. 106-109.

4. Тычинский А.В. Управление инновационной деятельностью компаний: современные подходы, алгоритмы, опыт // Технологический институт федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Южный федеральный университет" в г. Таганроге. - 2006. - с. 189.

5. Просвирина Н.В., Тихонов А.И. Эффективное управление персоналом как фактор повышения конкурентоспособности предприятий аэрокосмической отрасли // К.Э. Циолковский. проблемы и будущее российской науки и техники. - Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Издательство "Эйдос"), 2017. - с. 471-473.

6. Ильяхинская Г.В. Основные проблемы инновационного развития космической отрасли // К.Э. Циолковский. проблемы и будущее российской науки и техники. - Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Издательство "Эйдос"), 2017. - с. 469-470.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИИ И ВЛИЯЮЩИЕ НА НЕЕ ФАКТОРЫ: БАЗА ДАННЫХ И ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Спицын В.В., Хорошильцев М.И.
(Томск, Томский политехнический университет)
e-mail: spitsin_vv@mail.ru

EFFICIENCY OF RUSSIAN ENTERPRISES AND FACTORS INFLUENCING ON IT: DATABASE AND ECONOMETRIC MODELING

Spitsin V.V., Khoroshiltsev M.I.
(Tomsk, Tomsk Polytechnic University)
e-mail: spitsin_vv@mail.ru

Abstract. The article describes the methodological aspects of data generation for research of innovative and technological development of Russian enterprises, as well as the features and characteristics of the generated database for analysis and modeling. It was found that the assessment of innovative technological development of enterprises should be carried out on the basis of the technical efficiency indicator by the DEA method. It is shown that the generated database is a panel data for a 5-year period and contains a large number of enterprises and indicators (more than 61,000 observations for each indicator). This will allow conducting econometric modeling, establishing relationships and patterns with a high degree of reliability. The database will provide an opportunity to model the influence of factors on technical efficiency, and justify methods of stimulating the development of technological leaders and intensifying the catch-up development of lagging enterprises in Russia. An example of a comparative analysis of the effectiveness of food production enterprises and enterprises in the field of information technology is considered in the article using the DEA method and the Cobb-Douglas production function based on data from the SPARK system: salary, fixed assets and revenue.

Keywords: Innovative development, technological leadership, catching up development, technical efficiency, database, econometric modeling, enterprises, Russia

Согласно современной парадигме в области стратегического менеджмента, существуют две фундаментально различающиеся группы возможностей, реализация которых позволяет обеспечить конкурентоспособность предприятий в средне- и долгосрочной перспективе: «глобальные» инновации – разработка принципиально новых комбинаций ресурсов, продуктов, процессов, новых рынков и «локальные» инновации (инновации для фирмы, но не для глобального рынка). Реализация инновационных возможностей влечет за собой опережающее развитие предприятия (отражается смещением (экспансией) кривой производственных возможностей на уровне отрасли), реализация локальных инноваций является основой для догоняющего развития, и представляет собой выход на траекторию уверенного

развития по направлению к глобальным инновациям и глобальному технологическому лидерству.

Поэтому вопросы оценки возможностей для локальных инноваций предприятий отрасли, определения адекватной референтной группы, а также разработки рекомендаций по сочетанию стратегий догоняющего и опережающего развития заслуживают наибольшее внимание исследователей во всем мире.

Для оценки имитационного потенциала компаний на практике применяется группа методов расчета экономической эффективности с использованием понятия кривой производственных возможностей (параметрические стохастические, непараметрические стохастические, параметрические детерминированные и непараметрические детерминированные). Методы (Minimal Performance Inefficiency (MPI), Data Envelopment Analysis (DEA), производственная функция Кобба-Дугласа) [1-3] основаны на разных принципах расчета, но фундаментально они решают единую задачу: на основании данных о комбинациях исходных ресурсов (в общем случае – труда и капитала), затрачиваемых на выпуск единицы финального продукта (в общем случае, продаж), рассчитывается кривая производственных возможностей и определяются компании, которые «фиксируют» эту кривую-фронт на плоскости (компании-лидеры).

В рамках проводимого исследования предлагается апробация комплексного подхода к оценке имитационных стратегий с использованием выше указанных методов, что требует работы с большим массивом данных. Поскольку статистическая отчетность предприятий, позволяющая оценивать их инновационную активность (форма 2 «Инновации») не представлена в открытом доступе и не может быть использована в эконометрическом моделировании на уровне предприятий, то источником информации для исследования является финансовая отчетность предприятий России в разрезе видов экономической деятельности (ВЭД, отраслей), регионов, форм собственности и т.д., представленная в информационной системе СПАРК [4].

Основные критерии включения предприятий в базу данных:

- выручка по Отчету о прибылях и убытках не менее 100 млн. р. ежегодно за период 2013-2017 гг.;
- основные средства по Балансу не менее 30 млн. р. ежегодно за период 2013-2017 гг.;
- фонд оплаты труда по Отчету о движении денежных средств не менее 5 млн. р. ежегодно за период 2013-2017 гг.

Такой подход позволяет исключить малые предприятия, а также предприятия, использующие арендованные основные средства и т.д., что необходимо для корректного расчета технической эффективности предприятия.

Характеристики сформированной базы данных представлены в таблице 1. При этом для повышения надежности расчетов и оценок (прежде всего метода DEA) из исследования исключены ВЭД с небольшим числом предприятий (где предприятий менее 24).

Таблица 1. Основные характеристики сформированной базы данных

Показатели	Значение
Уровень предприятий	
Количество предприятий	12481
Количество предприятий по ВЭД, по которым число предприятий не менее 24	12283
Количество исходных финансовых показателей, загруженных из СПАРК	63
Количество лет	5
Количество наблюдений для каждого показателя	62405 (12481*5)
Количество наблюдений для каждого показателя (по ВЭД, где число предприятий не менее 24)	61415 (12283*5)
Уровень ВЭД (отраслей)	
Количество ВЭД, по которым есть предприятия в выборке	80
Количество предприятий по ВЭД в выборке (диапазон мин-макс)	2 - 1537
Количество ВЭД, по которым число предприятий не менее 24	60

Показатели	Значение
Список ВЭД, по которым число предприятий не менее 24 (список ВЭД отсортирован по убыванию числа предприятий: - ВЭД 1 «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях» - 1537 предприятий; - ВЭД 10 «Производство пищевых продуктов» - 936 предприятий; - ВЭД 35 «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» - 817 предприятий; - и т.д.)	1, 10, 35, 46, 23, 68, 47, 52, 49, 28, 42, 41, 72, 45, 22, 71, 25, 20, 27, 86, 36, 43, 29, 24, 11, 6, 9, 16, 8, 61, 17, 55, 5, 21, 33, 50, 19, 30, 3, 18, 38, 13, 70, 2, 31, 26, 51, 62, 64, 56, 32, 7, 14, 37, 81, 63, 93, 77, 85, 60
Количество наблюдений для каждого показателя по ВЭД, по которым число предприятий не менее 24 (если брать средние данные или медианы по ВЭД)	300 (60*5)

Таким образом, сформированная база данных представляет собой панельные данные за 5-летний период, при этом по каждому показателю имеется более 61000 наблюдений. Такой объём выборки позволяет применить методы эконометрического анализа в частности, использовать регрессионные модели анализа панельных данных с фиксированными или случайными эффектами, а также панельную регрессионную модель в рамках пространственно-временного подхода, позволяющего устанавливать взаимосвязи широкого спектра показателей и закономерности с высокой степенью достоверности.

Сформированная база данных позволяет проводить исследования как на уровне предприятий, так и на уровне ВЭД (отраслей).

На уровне предприятий возможно не только выявление технологических лидеров по каждому ВЭД, но и эконометрическое (регрессионное и др.) моделирование взаимосвязей широкого спектра показателей с показателями технической эффективности, рассчитанными методом ДЕА. В последнем случае эконометрическое моделирование позволит выявить факторы, влияющие на техническую эффективность, и использовать их для разработки методов стимулирования генерации и развития предприятий-технологических лидеров в России.

На уровне ВЭД (отраслей) возможно:

- сопоставление средних показателей технической эффективности (определение инновационно-активных отраслей, большинство предприятий которых имеют высокие показатели технической эффективности);

- эконометрическое (регрессионное и др.) моделирование взаимосвязей широкого спектра показателей с показателями технической эффективности (в данном случае моделирование может проводиться по средним значениям или медианам показателей ВЭД). Наблюдений здесь существенно меньше (300 наблюдений по каждому показателю), но их достаточно для качественного эконометрического моделирования. Моделирование позволит выявить факторы, влияющие на среднюю техническую эффективность отраслей, и использовать их для разработки методов стимулирования догоняющего развития предприятий в исследуемых отраслях.

В качестве иллюстрационного примера рассмотрим сравнение эффективности предприятий двух ВЭД: 10 «Производство пищевых продуктов» и объединенный 62+63 – «Разработка компьютерного программного обеспечения и деятельность в области информационных технологий». В качестве анализируемых данных использованы показатели за 2017 г., полученные из информационной системы СПАРК: входы (затраты): оплата труда (Т) и основные средства (С), выход (результат) – выручка (В).

Сформированная таким образом база данных была использована для расчета технической эффективности (ТЕ) методом ДЕА [5–6] (модель Output vrs) и далее для исследования значимости различий ТЕ предприятий выше указанных двух ВЭД средствами дисперсионного анализа [7–8].

Методом ДЕА выделены предприятия-лидеры ТЕ разного размера выручки (млрд руб), указанной в скобках:

ВЭД_10: ООО «НЕСТЛЕ РОССИЯ» (123,5); ОАО «ОМПК» (39,34); ООО «ППК» (12,84); АО «МХП» (3,57); ООО «МЯСОКОМБИНАТ ТАМОШЬ» (0,99); ООО «МАРКОРМ» (0,19).

ВЭД_62+63: ООО «ЯНДЕКС» (80,06); ООО «МЭЙЛ.РУ» (39,31); ООО «ИБМ ВЕА» (10,93); ООО «СИ ТИ АЙ» (3,27); АО «ЭЛАР» (0,93); ООО «РАВ НИВА» (0,14).

По результатам проверки распределений выборок ТЕ на нормальность с помощью критерия χ^2 -критерия Пирсона для выборок ТЕ были выявлены высоко значимые отличия от нормального распределения ($p < 0,0005$), в связи с чем для тестирования гипотез по таким выборкам применялся непараметрический U-критерий Манна-Уитни, а для геометрической интерпретации (рис. 1) – непараметрические характеристики и диаграммы размаха (маркер (квадрат) – медиана (Me), прямоугольник – квартильный размах, усы – полный размах).

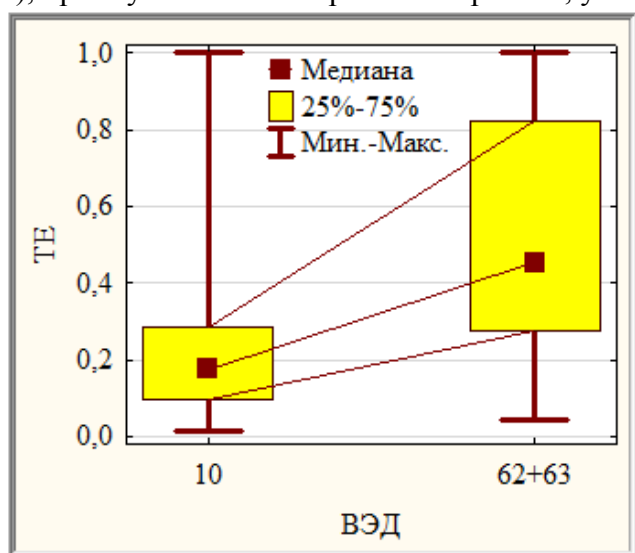


Рис. 1 Сравнительные диаграммы размаха ТЕ компаний разных ВЭД

Согласно U-критерию Манна-Уитни, эффективность ИТ-предприятий высоко значимо выше, чем эффективность предприятий производства пищевых продуктов.

В рамках комплексного подхода рассмотрим особенности применения производственной функции Кобба-Дугласа [9–11]: $V = \gamma \cdot C^\alpha \cdot T^\beta$ (γ – технологический коэффициент (неявно учитывает влияние на объем производства других неучтенных ресурсов кроме капитала и труда), α и β – коэффициенты эластичности объема производства V по затратам капитала C и труда T). Функция Кобба–Дугласа логарифмированием приводится к линейному виду: $\lg V = \lg \gamma + \alpha \cdot \lg C + \beta \cdot \lg T$.

Для каждого ВЭД 2017г средствами линейного множественного регрессионного анализа были построены двухфакторные производственные функции Кобба-Дугласа. Проверка качества функций проводилась с использованием коэффициента детерминации R^2 , тестов Фишера – Снедекора F и Стьюдента t . Оценки параметров построенных производственных функций (γ , α и β), а также оценки качества полученных регрессионных моделей (F и R^2) приведены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты регрессионного анализа производственных функций для 2-х ВЭД объема n (число предприятий в ВЭД)

	ВЭД_10	ВЭД_62+63
R^2	0,650	0,844
F	867,57***	200,31***
$\lg \gamma$	1,544***	0,563
β	0,571***	0,778***
α	0,354***	0,227***
n	936	77

*** соответствует $p < 0,001$ (высоко значимый уровень)

Согласно табл.2 построены высоко качественные регрессионные модели ($p_F < 0,001$). Однако зависимость между объемом производства V и учтенными затратами труда T и капитала C более сильная у ИТ-компаний (по значению R^2). Для увеличения R^2 у предприятий ВЭД_10 необходимо учитывать и другие неучтенные ресурсы за счет уточнения функциональной структуры коэффициента γ . После выравнивания моделей по R^2 сравнение ВЭД по γ можно интерпретировать на уровне технологической оснащенности производства. Функции Кобба–Дугласа демонстрирует отдачу при изменении масштабов производства - постоянную ($\alpha + \beta \approx 1,005 \approx 1$) у ВЭД_62+63 и убывающую ($\alpha + \beta \approx 0,925 < 1$) у ВЭД_10. У всех ВЭД $\alpha < \beta$, что свидетельствует о большем влиянии фонда оплаты труда на рост объема производства по сравнению с влиянием основных средств, но у ВЭД_62+63 это влияние выражено сильнее (по значению β).

Вывод.

В настоящей работе описаны методические аспекты формирования и особенности сформированной базы данных для комплексного исследования инновационно-технологического развития предприятий России и влияющих на него факторов и приведен пример эконометрического моделирования эффективности развития предприятий и отраслей с использованием метода DEA и метода производственной функции Кобба-Дугласа.

Сформированная база данных представляет собой панельные данные за 5-летний период (2013-2017 гг.) и характеризуется как большой выборкой предприятий, так и широким спектром анализируемых показателей. База данных содержит 63 показателя по 12283 предприятиям и 60 ВЭД (отраслям). С учетом 5-летнего периода по каждому показателю имеется более 61000 наблюдений на уровне предприятий и 300 наблюдений на уровне ВЭД (отраслей). Таких характеристик достаточно для применения современных эконометрических методов анализа панельных данных, в частности, использования регрессионных моделей с фиксированными или случайными эффектами.

Сформированная база данных позволит:

- выявлять предприятия-технологических лидеров, отстающие предприятия, оценивать степень отставания и изменение отставания во времени;
- проводить анализ и эконометрическое моделирование влияния широкого спектра факторов на техническую эффективность развития предприятий;
- выполнять анализ и моделирование как на уровне предприятий, так и на уровне ВЭД (отраслей) экономики России;
- учесть временной период в исследовании и оценивать поведение предприятий и отраслей во времени (с учетом влияния неблагоприятных факторов внешней среды).

Ряд соответствующих расчетов и эконометрических моделей был апробирован и приведен в качестве иллюстрационного примера в настоящей работе.

С учетом поставленных задач исследования сформированную базу данных планируется дополнить по следующим направлениям:

1. Показателями на уровне ВЭД (отраслей) путем расчета средних и/или медиан.
2. Внешними показателями, характеризующих общеэкономическую ситуацию в стране и в мире. Представляется целесообразным включение в базу данных таких показателей, как: курс доллара, стоимость нефти, темп прироста реальных денежных доходов населения, средние ставки по банковским кредитам для юридических лиц и т.д.;
3. Показателями федеральной статистики, отражающими социально-экономические и инновационные процессы (на основе данных и сборников Росстата [12, 13], Росстата и ВШЭ [14] и т.д.).

Указанные направления развития базы данных позволят существенно увеличить число исследуемых факторов и смоделировать их влияние на показатели технической эффективности предприятий, а, следовательно, на процессы формирования и развития предприятий-технологических лидеров, а также на эффективность догоняющего развития отстающих предприятий.

Сформированная база данных и система показателей сопоставимы с базами данных и системами показателей, применяемыми в зарубежных исследованиях. Большая выборка предприятий и большое количество наблюдений даст возможность проводить моделирование, устанавливать взаимосвязи и закономерности с высокой степенью достоверности. На основе эконометрического моделирования будут выявлены факторы, влияющие на техническую эффективность, и предложены методы стимулирования генерации и развития предприятий-технологических лидеров, а также интенсификации догоняющего развития отстающих предприятий в России.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта РФФИ «Локальные инновации и глобальное технологическое лидерство: Переосмысление подходов к эффективному внутриотраслевому трансферу технологий», проект № 19-010-00946 а.

ЛИТЕРАТУРА

1. Anokhin, S., Troutt, M. D., Wincent, J., & Brandyberry, A. A. (2010). Measuring arbitrage opportunities: a minimum performance inefficiency estimation technique. *Organizational Research Methods*, 13(1), 55-66.
2. Anokhin, S., Wincent, J., & Autio, E. (2011). Operationalizing opportunities in entrepreneurship research: use of data envelopment analysis. *Small Business Economics*, 37(1), 39-57.
3. Anokhin, S., Wincent, J., & Troutt, M. (2017). Measuring technological arbitrage opportunities: methodological implications for industry analysis with time series data. *Industrial and Corporate Change*, 26(6), 1021-1038
4. Информационный ресурс СПАРК. URL: <http://www.spark-interfax.ru/> (дата обращения: 07.09.2019).
5. Charnes, A., W.W. Cooper, A.Y. Lewin and L.M. Seiford (1995), *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Applications*, Kluwer.
6. Seiford, L.M. and R.M. Thrall (1990), Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis, *Journal of Econometrics*, – V.46, – pp 7-38.
7. StatSoft, Inc. *Electronic Statistics Textbook*. – 2013. – StatSoft: Tulsa, OK. URL: <http://www.statsoft.com/textbook/> (дата обращения 12.09.2017)
8. Халафян А.А., Боровиков В.П., Калайдина Г.В. Теория вероятностей, математическая статистика и анализ данных: Основы теории и практика на компьютере. STATISTICA. EXCEL.– Москва URSS, 2016. – 317 с.
9. Cobb C. W., Douglas P. H. A theory of production // *The American Economic Review*. — 1928. — Iss. 18 (1). Supplement. — P. 139–165.
10. Клейнер Г. Б. Производственные функции. Теория, методы, применение. — М.: Финансы и статистика, 1986. — 239 с.
11. Ревазов Б.В. Применение производственной функции Кобба - Дугласа как элемента эффективного управления устойчивым развитием предприятия // *Экономический вестник Ростовского государственного университета*. 2007. Т. 5. № 4-3. С. 310-314.
12. Росстат: Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 07.09.2019).
13. Единая межведомственная информационно – статистическая система (ЕМИСС) [Электронный ресурс]. URL: <https://fedstat.ru/> (Дата обращения: 01.02.2019).
14. Индикаторы инновационной деятельности: 2019: Статистические сборники Росстата и ВШЭ. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/ii2019> (дата обращения: 07.09.2019).