

УДК 658.15.011.46:330.43(47+57)
JEL: C01, C50, G32, O33
DOI 10.24147/1812-3988.2021.19(4).78-87

ВЛИЯНИЕ ЗАЕМНОГО КАПИТАЛА НА ТЕХНИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РОССИЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ: ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

В.В. Спицын^{1,2}, С.А. Анохин¹, Л.Ю. Спицына¹

¹ Национальный исследовательский Томский политехнический университет (Томск, Россия)

² Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск, Россия)

Информация о статье

Дата поступления
30 сентября 2021 г.

Дата принятия в печать
1 ноября 2021 г.

Тип статьи

Исследовательская статья

Ключевые слова

Технологическое лидерство, техническая эффективность, структура капитала, предприятия, метод DEA, тобит-модели, регрессионный анализ, эконометрическое моделирование, инновационное развитие, Россия

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научно-исследовательского проекта РФФИ № 19-010-00946(а) «Локальные инновации и глобальное технологическое лидерство: Переосмысление подходов к эффективному внутриотраслевому трансферу технологий».

Аннотация. Технологическое развитие и технологическое лидерство рассматриваются ведущими мировыми державами как возможности преодоления экономической стагнации и достижения устойчивого экономического роста. *Актуальной проблемой* является исследование факторов, воздействующих на уровень технологического развития или техническую эффективность предприятий в разрезе отраслей и территорий. Выявленные закономерности будут служить основой для формирования стратегий развития предприятий, направленных на повышение их технической эффективности, а также для создания на уровне национальных экономик благоприятных условий для реализации этих стратегий. *Целью* настоящей работы является моделирование влияния заемного капитала на техническую эффективность предприятий ведущих отраслей экономики России. *Период исследования* – 2015–2019 гг. *Методы исследования.* Техническая эффективность предприятий определяется методом DEA. Влияние заемного капитала исследуется путем построения моделей тобит-регрессии. Тестируются гипотезы о позитивном влиянии заемного капитала и нелинейном влиянии заемного капитала на техническую эффективность. *Результаты.* Установлено, что управление структурой капитала позволяет предприятиям исследованных отраслей повышать свою техническую эффективность (за исключением отрасли машиностроения). В отношении предприятий фармацевтической и пищевой промышленности выявлено позитивное, практически линейное влияние доли заемного капитала на техническую эффективность. Нелинейное влияние и наличие оптимальной доли заемного капитала подтверждено для трех отраслей: нефтегазовой, химической промышленности и сектора ИТ. Менеджерам предприятий целесообразно использовать заемный капитал для ускорения технического перевооружения и модернизации производственных процессов. При этом требуется поддержка со стороны государства в координации с банковским сектором экономики по обеспечению доступности и приемлемой стоимости заемного капитала для российского бизнеса.

THE IMPACT OF DEBT CAPITAL ON THE TECHNICAL EFFICIENCY OF RUSSIAN ENTERPRISES: ECONOMETRIC MODELING

V.V. Spitsyn^{1,2}, S.A. Anokhin¹, L.Yu. Spitsyna¹

¹ National Research Tomsk Polytechnic University (Tomsk, Russia)

² Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics (Tomsk, Russia)

Article info

Received
September 30, 2021

Accepted
November 1, 2021

Type paper

Research paper

Abstract. Technological development and technological leadership are viewed by the world's leading powers as opportunities to overcome economic stagnation and achieve sustainable economic growth. An urgent problem is the study of factors affecting the level of technological development or the technical efficiency of enterprises in the context of industries and territories. The identified patterns will serve as the basis for the strategies of enterprises that contribute to increasing their technical efficiency, as well as for creating favorable conditions at the level of national economies for the implementation of these strategies. The purpose of this work is to model the influence of debt capital on the technical efficiency of enterprises in the leading sectors of the Russian economy. The research period is 2015-2019. Research meth-

Keywords

Technological leadership, technical efficiency, capital structure, firms, DEA method, tobit models, regression analysis, econometric modeling, innovative development, Russia

Acknowledgement. The article was supported by the Russian Foundation for Basic Research (RFBR) under project No. 19-010-00946(a) "Local innovations and global technological leadership: Rethinking the approaches to effective interindustry technology transfer".

1. Введение. Технологическое развитие и технологическое лидерство рассматриваются ведущими мировыми державами как возможности преодоления экономической стагнации и достижения устойчивого экономического роста. Соответственно, проблемы технологического развития и повышения технической эффективности, технологического лидерства, инноваций, опережающего или догоняющего развития являются актуальными для экономики России. В ряде отраслей российские предприятия существенно отстают по уровню технологического развития от предприятий развитых стран. В других отраслях предприятиям удастся сохранять высокий научно-технологический уровень. Однако в современных условиях высококонкурентной экономики всем предприятиям требуется постоянно уделять внимание технологическому развитию и повышению технической эффективности. Актуальной проблемой является исследование факторов, воздействующих на техническую эффективность предприятий в разрезе отраслей и территорий. Выявленные закономерности будут служить основой для формирования стратегий развития предприятий, направленных на повышение их технической эффективности, а также для создания на уровне национальных экономик благоприятных условий для реализации этих стратегий.

Проблеме исследования влияния факторов на техническую эффективность посвящена настоящая работа. Целью нашей работы является моделирование влияния заемного капитала на техническую эффективность предприятий ведущих отраслей экономики России. Период исследования – 2015–2019 гг. Временной период ограничен 5-летним сроком, так как ис-

ods. The technical efficiency of enterprises is calculated using the DEA method. The influence of debt capital is investigated by constructing tobit regression models. The authors test hypotheses about the positive impact of debt capital and the non-linear effect of debt capital on technical efficiency. Results. We found that capital structure management allows enterprises in the studied industries to increase their technical efficiency (excluding the machine-building industry). A positive, almost linear, influence of the share of debt capital on technical efficiency was revealed concerning the pharmaceutical and food industries. Non-linear impact and availability of optimal leverage were confirmed for three industries: oil and gas, chemical industry, and IT sector. Enterprise managers should use borrowed capital to accelerate the technical re-equipment and modernization of production processes. At the same time, support from the state is required in coordination with the banking sector of the economy to ensure the availability and acceptable cost of debt capital for Russian business.

точник информации по финансовым показателям предприятий (информационная система СПАРК) позволяет формировать выборки предприятий не более чем за пятилетний период.

Научную новизну нашего исследования составляют следующие два аспекта:

– методический поход, в рамках которого мы тестируем линейное и нелинейное влияние заемного капитала на техническую эффективность и определяем наличие оптимальной доли заемного капитала для максимизации технической эффективности в разрезе отраслей;

– выявленные в ходе исследования закономерности влияния заемного капитала на техническую эффективность предприятий в разрезе отраслей.

2. Обзор литературы. В условиях современной высококонкурентной экономики уровень технологического развития является одним из ключевых факторов успешного бизнеса. Более того, он играет важное значение на уровне стран и территорий, определяя возможности их участия в мировой торговле, а также их экономическую безопасность и технологическую независимость. В зависимости от уровня технологического развития предприятия и территории выбирают одну из двух альтернативных стратегий:

– стратегия опережающего развития и укрепления технологического лидерства [1–3];

– стратегия догоняющего развития [4].

На уровне территорий возможно сочетание этих стратегий, когда в отраслях с высоким научно-техническим потенциалом реализуется стратегия опережающего развития, а в отстающих отраслях – стратегия догоняющего развития (см. Стратегию инновационного развития РФ до 2020 г.).

Однако во всех этих случаях одной из ключевых задач предприятий является постоянное повышение уровня их технологического развития или их технической эффективности. Для решения этой задачи требуется выявление факторов, способствующих повышению технической эффективности предприятий.

Решению этой актуальной проблемы посвящена настоящая работа. В рамках данной статьи мы исследуем влияния структуры капитала (точнее, доли заемного капитала) на техническую эффективность предприятий ведущих отраслей экономики России.

В мировой экономической науке широкое распространение получили два подхода к оценке эффективности:

– анализ среды функционирования (*Data envelopment analysis, DEA*) – непараметрический, детерминированный метод измерения эффективности;

– стохастический пограничный анализ (*Stochastic frontier analysis, SFA*) – параметрический метод стохастического граничного анализа.

Большее распространение получил метод *DEA* [5–7], который применяется для оценки технической эффективности предприятий различных отраслей экономики, при этом в качестве входов *DEA* модели выступают обычно показатели затрат труда и капитала, а выходом *DEA* модели – показатели выпуска продукции. Метод *SFA* является узкоспециализированным и в большинстве случаев применяется для оценки сельских хозяйств, у которых основными детерминантами технической эффективности оказываются площадь посевов, урожайность и т. п. [8].

Поскольку объектами нашего исследования являются предприятия промышленности и сферы услуг, мы выбираем метод *DEA* для определения уровня их технической эффективности. Далее мы применяем регрессионное моделирование (тобит модели регрессии) для исследования влияния заемного капитала на техническую эффективность российских предприятий в разрезе отраслей экономики.

Зарубежные ученые анализировали в ряде работ влияние заемного капитала на техническую эффективность, в том числе используя аналогичный методический подход [9–13]. В четырех из пяти указанных работ установлено прямое позитивное влияние доли заемного капитала на техническую эффективность пред-

приятий, рассчитанную методом *DEA*. Такие результаты получены для следующих объектов исследования:

– предприятия строительного сектора до и после финансового кризиса 2008 г. (Испания) [12];

– нефинансовые предприятия, акции которых котируются на фондовой бирже (Пакистан) [9; 11];

– предприятия с иностранными инвестициями, занятые производством игрушек (Китай) [10].

В то же время при анализе промышленных предприятий Греции ученые не подтвердили значимого влияния структуры капитала на техническую эффективность [13].

Следовательно, влияние заемного капитала на техническую эффективность предприятий может различаться в зависимости от объекта исследования: страны или отрасли экономики. При этом проведенные зарубежные исследования подтверждают тот факт, что заемный капитал (или структура капитала) может оказывать значимое влияние на техническую эффективность и должен рассматриваться как фактор, способный привести к ее повышению. Требуется провести моделирование его влияния на техническую эффективность российских предприятий в разрезе отраслей экономики.

Исходя из полученных результатов зарубежными исследователями, мы будем рассматривать соответствующую гипотезу о позитивном влиянии заемного капитала на техническую эффективность.

Однако отметим, что с экономической точки зрения такое влияние представляется проблемным. Получается, что для максимизации технической эффективности необходимо стремиться к доле заемного капитала, равной 100 % пассива баланса, что противоречит требованиям финансовой устойчивости и ликвидности. Поэтому представляется логичным дополнительно исследовать нелинейную (параболическую) зависимость между переменными, позволяющую определить оптимальную долю заемного капитала. Эту гипотезу мы также будем проверять для всех рассматриваемых отраслей.

3. Гипотезы и методы исследования.

В соответствии с поставленной целью и приведенными выше рассуждениями к проверке были выдвинуты следующие гипотезы:

Гипотеза № 1. Заемный капитал оказывает значимое позитивное влияние на техническую эффективность;

Гипотеза № 2. Заемный капитал оказывает значимое нелинейное влияние на техническую эффективность. Существует оптимальное значение доли заемного капитала для максимизации технической эффективности;

Объектом исследования являются предприятия следующих значимых отраслей российской экономики:

- нефтегазовая промышленность (добывающие производства, вид экономической деятельности (ВЭД) 06) – 103 предприятия;
- химическая промышленность (ВЭД 20) – 246 предприятий;
- фармацевтическая промышленность (ВЭД 21) – 116 предприятий;
- пищевая промышленность (ВЭД 10) – 1109 предприятий;
- машиностроение (ВЭД 28) – 380 предприятий;
- сектор информационных технологий (сектор ИТ – ВЭД 62 и 63) – 146 предприятий.

Первые две отрасли ориентированы на экспорт своей продукции и обеспечивают поступление в экономику страны значительного объема экспортной выручки. Фармацевтическая и пищевая промышленность – это социально значимые отрасли. Более того, фармацевтическая промышленность относится к высокотехнологичным отраслям экономики [14], и, как показали события последних лет, играет важную роль в обеспечении национальной безопасности и технологической независимости страны. Сектор ИТ включает в себя предприятия, занятые разработкой программного обеспечения или информационных технологий. Этот сектор относится к высокотехнологичным знаниеемким отраслям сферы услуг [14] и является одним из приоритетов развития в условиях цифровизации мировой экономики [15].

Отметим, что в выборки включались предприятия, удовлетворяющие следующим условиям ежегодно за период 2015–2019 гг.:

- выручка не менее 50 млн руб.,
- стоимость основных средств не менее 10 млн руб.,
- фонд оплаты труда не менее 5 млн руб.,
- наличие данных бухгалтерской отчетности по форме Баланс.

Источником информации по бухгалтерской отчетности предприятий является инфор-

мационная система СПАРК (<http://www.spark-interfax.ru/>).

Исследуемые переменные.

Зависимая переменная: TE_{out} (техническая эффективность, ориентированная на максимизацию результата), и переменная, обратная ей: $TNE_{out} = 1 / TE_{out}$.

Расчет показателя технической эффективности (TE) проводится с помощью метода *DEA* согласно методологии, изложенной в работах [6; 7]. Расчет TE выполняется на основе одного показателя выхода или результата (выручка), и двух показателей входа или затрат ресурсов (основные средства и фонд оплаты труда) согласно работам [5; 7]. В настоящей статье мы используем модели, ориентированные на выход (т. е. на максимизацию результата при фиксированных затратах – TE_{out}). Выбор в пользу моделей, ориентированных на максимизацию результата, обусловлен необходимостью преодоления предприятиями российской промышленности экономической стагнации, что можно достигнуть только путем наращивания объемов производства и продаж продукции. Отметим, что TE_{out} принимает значения в диапазоне (0; 1], при этом предприятия-технологические лидеры имеют $TE_{out} = 1$. Расчет технической эффективности проводится отдельно для каждой отрасли.

Ограниченный диапазон значений TE_{out} осложняет регрессионное моделирование. Более того, исходно метод *DEA* определяет техническую неэффективность TNE_{out} (т. е. величину, обратную технической эффективности), и уже затем приводит ее к технической эффективности. При этом TNE_{out} принимает значения в широком диапазоне [1; + ∞), что существенно улучшает возможности регрессионного моделирования. Поэтому в регрессионных моделях мы исследуем влияние заемного капитала и контрольных переменных на техническую неэффективность (TNE_{out}). Полученные результаты будут обратными по отношению к технической эффективности (TE_{out})

Затем мы вычисляем переменную $TE_{out} = 1 / TNE_{out}$ и визуализируем полученные зависимости для TE_{out} .

Контрольные переменные. В соответствии с общепринятой методологией регрессионного моделирования [5; 10], мы применяем следующие контрольные переменные:

– РАЗМЕР – размер предприятия, который определяется как натуральный логарифм от выручки;

– ВОЗРАСТ – возраст предприятия в годах. Возраст определяется по данным СПАРК о дате создания предприятия.

Исследуемая переменная – ДЗК – доля заемного капитала предприятия, которая рассчитывается как отношение заемного капитала к пассивам баланса.

Регрессионные модели.

Так как зависимая переменная $TNEout$ ограничена снизу и принимает значения в пределах $[1; +\infty)$, мы используем цензурированную регрессию (расширение Тобит модели), которая обычно применяется в таких расчетах.

В соответствии с гипотезами исследования мы формируем две регрессионные модели:

1) $TNEout = \text{Константа} + \text{Константа2} + \text{РАЗМЕР} + \text{ВОЗРАСТ} + \text{ДЗК}$

2) $TNEout = \text{Константа} + \text{Константа2} + \text{РАЗМЕР} + \text{ВОЗРАСТ} + \text{ДЗК} + \text{ДЗК}^2$

Эти регрессионные модели мы рассчитываем в разрезе указанных выше отраслей.

Сначала мы рассчитываем вторую модель. Если переменная ДЗК² оказывается значимой ($p < 0.10$), значит для данной отрасли подтверждается нелинейная зависимость между возрастом и $TEout$. Гипотеза № 2 выпол-

няется. Мы проводим визуализацию зависимости по этой модели.

Если переменная ДЗК² во второй модели оказывается незначимой ($p \geq 0.10$), значит гипотеза № 2 не выполняется. В этом случае мы рассчитываем первую модель. Если в первой модели переменная ДЗК оказывается значимой ($p < 0.10$), значит для данной отрасли подтверждается, по сути, линейная зависимость между ДЗК и $TEout$. Если при этом переменная ДЗК отрицательно влияет на $TNEout$ и, следовательно, положительно влияет на $TEout$, то выполняется гипотеза № 1. Мы проводим визуализацию зависимости по первой модели.

Если во второй модели переменная ДЗК² оказывается незначимой ($p \geq 0.10$) и в первой модели переменная ДЗК оказывается незначимой ($p \geq 0.10$), то для данной отрасли ДЗК не оказывает влияния на $TEout$ и ни одна из гипотез не выполняется. Визуализация зависимости не проводится.

Контрольные и исследуемые переменные во всех моделях были стандартизированы согласно [16]. Расчеты выполнены с помощью языка программирования R.

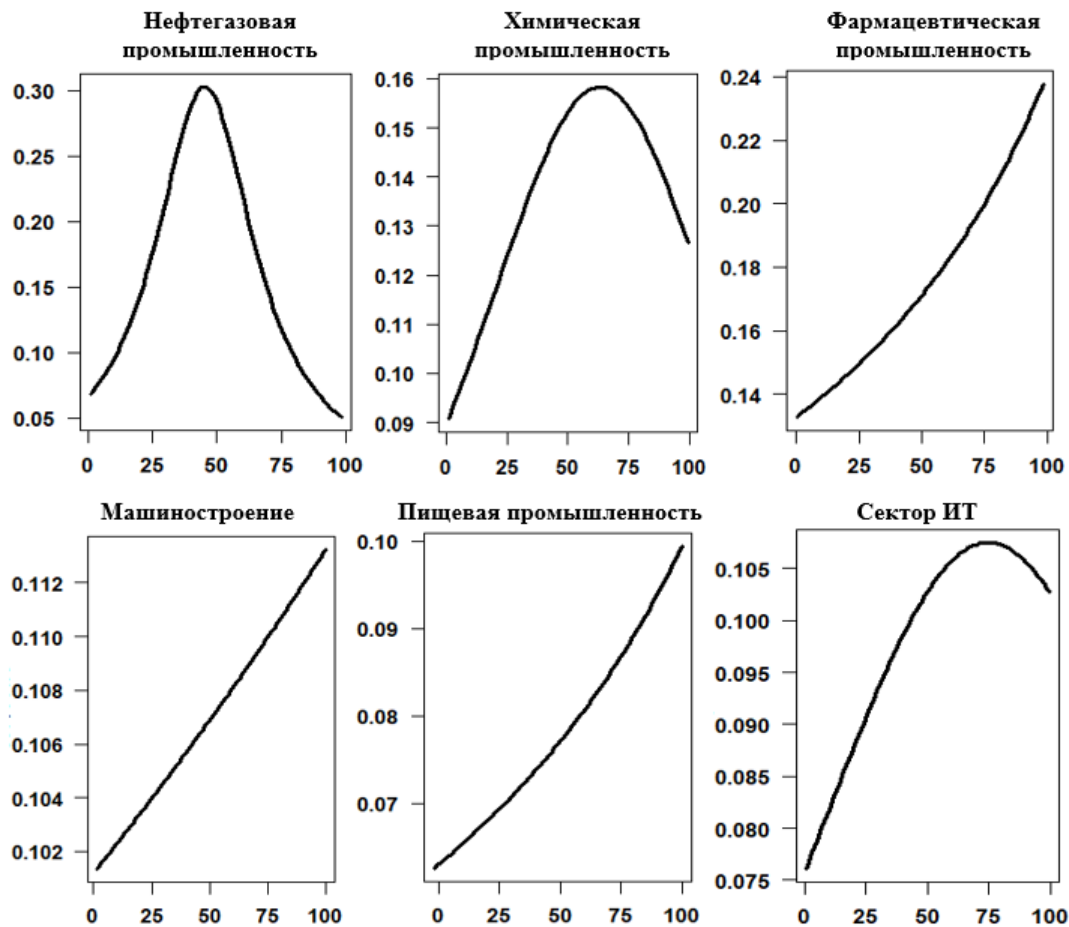
4. Результаты исследования. Результаты регрессионного моделирования для предприятий в разрезе отраслей представлены в таблице. Визуализация полученных зависимостей показана на рисунке.

Влияние заемного капитала на техническую неэффективность ($TNEout$) предприятий (тобит-модели, стандартные ошибки указаны в скобках)

Influence of debt capital on technical inefficiency ($TNEout$) of enterprises (Tobit model, standard errors are indicated in brackets)

Переменные	Нефтегазовая промышленность	Химическая промышленность	Фармацевтическая промышленность	Машиностроение	Пищевая промышленность	Сектор ИТ
	Модель 2	Модель 2	Модель 1	Модель 1	Модель 1	Модель 2
Константа	3.36*** (0.6)	6.66*** (0.27)	6.15*** (0.21)	9.34*** (0.14)	12.67*** (0.10)	9.84*** (0.35)
Константа2	2.20*** (0.04)	1.80*** (0.02)	1.58*** (0.03)	1.80*** (0.02)	1.96*** (0.01)	1.83*** (0.03)
РАЗМЕР	-4.51*** (0.45)	-4.79*** (0.20)	-1.72*** (0.21)	-4.47*** (0.15)	-6.51*** (0.10)	-6.51*** (0.26)
ВОЗРАСТ	0.97* (0.45)	0.07 (0.19)	-0.14 (0.21)	0.64*** (0.15)	1.12*** (0.10)	-0.04 (0.24)
ДЗК	-0.89† (0.47)	-1.11*** (0.18)	-0.92*** (0.21)	-0.27† (0.15)	-1.65*** (0.10)	-1.07*** (0.24)
ДЗК ²	3.17*** (0.42)	0.90*** (0.20)	–	–	–	0.53* (0.27)
Log-likelihood	-1807.60 on 1024 degrees of freedom	-3888.63 on 2454 degrees of freedom	-1712.56 on 1155 degrees of freedom	-6057.01 on 3795 degrees of freedom	-18688.84 on 11085 degrees of freedom	-2324.28 on 1454 degrees of freedom

Примечание. Рассчитано авторами на основе данных СПАРК. *** $p < 0,001$; ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$; † $p < 0,10$.



Влияние доли заемного капитала на техническую эффективность предприятий
(рассчитано на основе данных СПАРК)

Influence of the share of debt capital on the technical efficiency of enterprises (calculated based on SPARK data)

Результаты расчетов показывают, что для трех отраслей подтверждается гипотеза № 2 о нелинейном влиянии доли заемного капитала на техническую эффективность. Для этих отраслей можно определить оптимальную структуру капитала для максимизации технической эффективности. Оптимальная доля заемного капитала составляет:

- для нефтегазовой промышленности – 45 %, что позволяет достичь $TE = 0,303$;
- для химической промышленности – 64 %, что позволяет достичь $TE = 0,158$;
- для сектора ИТ – 75 %, что позволяет достичь $TE = 0,107$.

Построенные зависимости позволяют предприятиям этих трех отраслей оценить возможности повышения технической эффективности в случае изменения доли заемного капитала. При этом оптимальная доля заемного капитала должна рассматриваться с учетом требований финансовой устойчивости бизнеса,

согласно которым оптимальным считается заемный капитал в пределах 40–60 % пассивов баланса. Соответственно, для нефтегазовой промышленности рассчитанная оптимальная ДЗК может рассматриваться как рекомендательная. Для химической промышленности и сектора ИТ она представляется завышенной. Стремление к максимизации технической эффективности может привести к ухудшению финансовой устойчивости предприятий этих отраслей.

Для двух других отраслей выполняется гипотеза № 1. ДЗК оказывает высоко значимое позитивное, практически линейное, влияние на техническую эффективность у предприятий фармацевтической и пищевой промышленности. Получается, что предприятиям этих отраслей целесообразно максимально повышать ДЗК для максимизации технической эффективности. Однако это утверждение входит в противоречие с требованиями финансовой устойчивости, согласно которым ДЗК не должна

превышать 60 % пассивов баланса. Ограничение роста ДЗК этой величиной позволит добиться прироста технической эффективности, однако он будет меньше максимально возможного.

Слабо значимое влияние ДЗК на техническую эффективность выявлено в отрасли машиностроение. Предприятия этой отрасли при увеличении ДЗК от 0 % до 100 % могут повысить техническую эффективность только на 0,01, что вряд ли целесообразно. Следовательно, для этой отрасли ДЗК практически не влияет на техническую эффективность предприятий, и гипотеза № 1 не выполняется.

Отметим также, что существенного прироста технической эффективности (от 0,05 до 0,30) за счет оптимизации доли заемного капитала удастся достичь предприятиям нефтегазовой промышленности. Результаты остальных отраслей оказываются скромнее. Например, у сектора ИТ возможно увеличение технической эффективности с 0,075 до 0,107. Тем не менее, фактор ДЗК является значимым и обеспечивает определенный прирост технической эффективности во всех отраслях, кроме отрасли машиностроение.

5. Заключение. Проведенное исследование подтверждает, что заемный капитал является значимым фактором, оказывающим влияние на техническую эффективность и технологическое развитие российских предприятий. Согласно построенным регрессионным моделям, управление структурой капитала позволяет предприятиям большинства исследованных отраслей повышать свою техническую эффективность.

В отношении предприятий фармацевтической и пищевой промышленности выявлено позитивное, практически линейное, влияние доли заемного капитала на техническую эффективность, что соответствует исследованиям зарубежных ученых [9–12]. Однако применение полученных результатов в финансовом менеджменте предприятий следует осуществлять с учетом требований финансовой устойчивости, согласно которым доля заемного капитала не должна превышать 60 % пассива баланса.

В отличие от работ зарубежных ученых, в настоящей статье мы тестировали не только линейное влияние заемного капитала, но и нелинейное влияние, позволяющее определять оптимальную долю заемного капитала для

максимизации технической эффективности. Нелинейное влияние подтверждено для трех исследуемых отраслей. С учетом построенных регрессионных моделей и требований финансовой устойчивости, собственникам и менеджерам предприятий этих отраслей могут быть даны следующие рекомендации по управлению структурой капитала:

– нефтегазовая промышленность – оптимальной для максимизации технической эффективности является доля заемного капитала, равная 45 %, что соответствует требованиям финансовой устойчивости;

– химическая промышленность – оптимальная ДЗК составляет 64 %, что превышает допустимый уровень. Целесообразно следовать требованиям финансовой устойчивости и поддерживать ДЗК в пределах 60 %. Согласно рисунку, такое отклонение от оптимальной ДЗК приведет к незначительному снижению технической эффективности по сравнению с максимально возможной;

– сектор ИТ – оптимальная ДЗК составляет 75 % и ситуация аналогична рассмотренной выше: целесообразно поддерживать ДЗК в пределах 60 %.

В отношении предприятий машиностроения нами выявлено слабо значимое позитивное влияние доли заемного капитала на техническую эффективность. С учетом графической визуализации полученной регрессионной модели мы делаем вывод, что в данной отрасли предприятия не могут воздействовать на техническую эффективность, управляя структурой капитала. Этот вывод согласуется с работой [13] и подчеркивает, что влияние заемного капитала на техническую эффективность различается в зависимости от отрасли экономики.

Полученные результаты показывают, что в большинстве исследованных отраслей российской экономики использование заемного капитала позволяет повысить техническую эффективность и уровень технологического развития предприятий. Менеджерам предприятий соответствующих отраслей целесообразно использовать заемный капитал для ускорения технического перевооружения и модернизации производственных процессов. При этом важными аспектами являются доступность и стоимость заемного капитала. В этих направлениях российскими предприятиями требуется поддержка со стороны государства в координации с банковским сектором экономики.

Литература

1. Кузык Б. Инновационное развитие России: сценарный подход // Экономические стратегии. – 2009. – № 1. – С. 56–67. – URL: http://www.inesnet.ru/magazine/mag_archive/free/2009_01/kuzyk.htm.
2. Глазьев С. Ю. Об альтернативной системе мер государственной политики модернизации и развития отечественной экономики // Российский экономический журнал. – 2011. – № 4. – С. 68–85.
3. Кузык Б. Н. Инновационная модель развития России // Журнал Новой экономической ассоциации. – 2010. – № 7. – С. 149–155. – URL: <http://www.econorus.org/repec/journal/2010-7-149-155r.pdf>.
4. Полтерович В. Проблема формирования национальной инновационной системы // Экономика и математические методы. – 2009. – № 2. – С. 3–18.
5. Anokhin S. A., Spitsin V., Akerman E., Morgan T. Technological leadership and firm performance in Russian industries during crisis // Journal of Business Venturing Insights. – 2021. – Vol. 15. – Art. e00223. – DOI: 10.1016/j.jbvi.2021.e00223.
6. Charnes A., Cooper W., Lewin A. Y., Seiford L. M. Data envelopment analysis theory, methodology and applications // Journal of the Operational Research Society. – 1997. – Vol. 48, no. 3. – P. 332–333. – DOI: 10.1057/palgrave.jors.2600342.
7. Fare R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries // American Economic Review. – 1994. – Vol. 84, no. 1. – P. 66–83.
8. Yekti A., Hadi D., J. J., Hartono S. Technical Efficiency of Melon Farming in Kulon Progo: A Stochastic Frontier Approach (SFA) // International Journal of Computer Applications. Foundation of Computer Science. – 2015. – Vol. 132, no. 6. – P. 15–19. – DOI: 10.5120/ijca2015907428.
9. Khan M. N., Ilyas M., Ahmad A. I. K., Tahir M., Ali M. D. The Relationship between Capital Structure, Ownership Structure and Firm Efficiency: Empirical Study of Pakistan // Journal of Managerial Sciences. – 2017. – Vol. XI, no. 03. – P. 85–102. – URL: [https://qurtuba.edu.pk/jms/default_files/JMS/special_edition/5%20EBM/05%20\(AIC-EBM%202017\)%2085-102%20Mohammad%20Nisar%20Khan.pdf](https://qurtuba.edu.pk/jms/default_files/JMS/special_edition/5%20EBM/05%20(AIC-EBM%202017)%2085-102%20Mohammad%20Nisar%20Khan.pdf).
10. Mok V., Yeung G., Han Z., Li Z. Leverage, Technical Efficiency and Profitability: an application of DEA to foreign-invested toy manufacturing firms in China // Journal of Contemporary China. – 2007. – Vol. 16, no. 51. – P. 259–274. – DOI: 10.1080/10670560701194509.
11. Rahim I., Shah A. Corporate Financing and Firm Efficiency: A Data Envelopment Analysis Approach // The Pakistan Development Review. – 2019. – Vol. 58, no. 1. – P. 1–25. – DOI: 10.30541/v58i1pp.1-25.
12. Kapelko M., Lansink A. O. Technical efficiency and its determinants in the Spanish construction sector pre- and post-financial crisis // International Journal of Strategic Property Management. – 2015. – Vol. 19, no. 1. – P. 96–109. – DOI: 10.3846/1648715x.2014.973924.
13. Floros C., Voulgaris F. Efficiency, leverage and profitability: the case of Greek manufacturing sector // Global Business and Economics Review. – 2016. – Vol. 18, no. 3/4. – P. 385–401. – DOI: 10.1504/gber.2016.076239.
14. Rodriguez M. Innovation, Knowledge Spillovers and High-Tech Services in European Regions // Engineering Economics. – 2014. – Vol. 25, no. 1. – P. 31–39. – DOI: 10.5755/j01.ee.25.1.3207.
15. Спицын В. В., Михальчук М. М. Цифровая экономика и генерация нового бизнеса в секторе ИТ // Инновации. – 2019. – № 6 (248). – С. 34–40.
16. Marquardt D. W. Comment. You Should Standardize the Predictor Variables in Your Regression Models // Journal of the American Statistical Association. – 1980. – Vol. 75 (369). – P. 87–91. – DOI: 10.1080/01621459.1980.10477430.

References

1. Kuzyk B. Innovatsionnoe razvitie Rossii: scenarnyi podkhod [Innovative development of Russia: scenario approach]. *Ekonomicheskie strategii*, 2010, no. 2, pp. 56-67, available at: http://www.inesnet.ru/magazine/mag_archive/free/2009_01/kuzyk.htm. (in Russian).
2. Glaz'ev S.Yu. Ob al'ternativnoi sisteme mer gosudarstvennoi politiki modernizatsii i razvitiya otechestvennoi ekonomiki [On an alternative system of measures of state policy for the modernization and development of the domestic economy]. *Rossiiskii ekonomicheskii zhurnal*, 2011, no. 4, pp. 68-85. (in Russian).

3. Kuzyk B.N. Innovatsionnaya model' razvitiya Rossii [Innovative model of Russia's development]. *Zhurnal Novoi ekonomicheskoi assotsiatsii*, 2010, no. 7, pp. 149-155, available at: <http://www.econorus.org/repec/journal/2010-7-149-155r.pdf>. (in Russian).
4. Polterovich V. Problema formirovaniya natsional'noi innovatsionnoi sistemy [The problem of the formation of a national innovation system]. *Ekonomika i matematicheskie metody*, 2009, no. 2, pp. 3-18. (in Russian).
5. Anokhin S.A., Spitsin V., Akerman E., Morgan T. Technological leadership and firm performance in Russian industries during crisis. *Journal of Business Venturing Insights*, 2021, Vol. 15, art. e00223. DOI: 10.1016/j.jbvi.2021.e00223.
6. Charnes A., Cooper W., Lewin A.Y., Seiford L.M. Data envelopment analysis theory, methodology and applications. *Journal of the Operational Research Society*, 1997, Vol. 48, no. 3, pp. 332-333. DOI: 10.1057/palgrave.jors.2600342.
7. Fare R., Grosskopf S., Norris M., Zhang Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. *American Economic Review*, 1994, Vol. 84, no. 1, pp. 66-83.
8. Yekti A., Hadi D., J.J., Hartono S. Technical Efficiency of Melon Farming in Kulon Progo: A Stochastic Frontier Approach (SFA). *International Journal of Computer Applications. Foundation of Computer Science*, 2015, Vol. 132, no. 6, pp. 15-19. DOI: 10.5120/ijca2015907428.
9. Khan M.N., Ilyas M., Ahmad A.I.K., Tahir M., Ali M.D. The Relationship between Capital Structure, Ownership Structure and Firm Efficiency: Empirical Study of Pakistan. *Journal of Managerial Sciences*, 2017, Vol. XI, no. 03, pp. 85-102, available at: [https://qurtuba.edu.pk/jms/default_files/JMS/special_edition/5%20EBM/05%20\(AIC-EBM%202017\)%2085-102%20Mohammad%20Nisar%20Khan.pdf](https://qurtuba.edu.pk/jms/default_files/JMS/special_edition/5%20EBM/05%20(AIC-EBM%202017)%2085-102%20Mohammad%20Nisar%20Khan.pdf).
10. Mok V., Yeung G., Han Z., Li Z. Leverage, Technical Efficiency and Profitability: an application of DEA to foreign-invested toy manufacturing firms in China. *Journal of Contemporary China*, 2007, Vol. 16, no. 51, pp. 259-274. DOI: 10.1080/10670560701194509.
11. Rahim I., Shah A. Corporate Financing and Firm Efficiency: A Data Envelopment Analysis Approach. *The Pakistan Development Review*, 2019, Vol. 58, no. 1, pp. 1-25. DOI: 10.30541/v58i1pp.1-25.
12. Kapelko M., Lansink A.O. Technical efficiency and its determinants in the Spanish construction sector pre- and post-financial crisis. *International Journal of Strategic Property Management*, 2015, Vol. 19, no. 1, pp. 96-109. DOI: 10.3846/1648715x.2014.973924.
13. Floros C., Voulgaris F. Efficiency, leverage and profitability: the case of Greek manufacturing sector. *Global Business and Economics Review*, 2016, Vol. 18, no. 3/4, pp. 385-401. DOI: 10.1504/gber.2016.076239.
14. Rodriguez M. Innovation, Knowledge Spillovers and High-Tech Services in European Regions. *Engineering Economics*, 2014, Vol. 25, no. 1, pp. 31-39. DOI: 10.5755/j01.ee.25.1.3207.
15. Spitsyn V.V., Mikhal'chuk M.M. Tsifrovaya ekonomika i generatsiya novogo biznesa v sektore IT [Digital Economy and Generation of New Business in the IT Sector]. *Innovatsii*, 2019, no. 6 (248), pp. 34-40. (in Russian).
16. Marquardt D.W. Comment. You Should Standardize the Predictor Variables in Your Regression Models. *Journal of the American Statistical Association*, 1980, Vol. 75 (369), pp. 87-91. DOI: 10.1080/01621459.1980.10477430.

Сведения об авторах

Спицын Владислав Владимирович – канд. экон. наук, ¹доцент школы инженерного предпринимательства, ²доцент кафедры экономики
¹Адрес для корреспонденции: 634034, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
²Адрес для корреспонденции: 634050, Россия, Томск, пр. Ленина, 36
 E-mail: spitsin_vv@mail.ru
 ORCID: 0000-0002-8360-7590
 Scopus AuthorID: 57073781200
 Web of Science ResearcherID: B-3960-2016
 РИНЦ AuthorID: 441932; SPIN-код: 7018-1006

About the authors

Vladislav V. Spitsyn – PhD in Economic Sciences, ¹Associate Professor of the School of Engineering Entrepreneurship, ²Associate Professor of the Department of Economics
¹Postal address: 30, Lenina pr., Tomsk, 634034, Russia
²Postal address: 36, Lenina pr., Tomsk, 634050, Russia
 E-mail: spitsin_vv@mail.ru
 ORCID: 0000-0002-8360-7590
 Scopus AuthorID: 57073781200
 Web of Science ResearcherID: B-3960-2016
 RSCI AuthorID: 441932; SPIN-code: 7018-1006

Анохин Сергей Александрович – канд. экон. наук, профессор школы инженерного предпринимательства
Адрес для корреспонденции: 634034, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: anokhin@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7121-1134
Scopus AuthorID: 24482882200
Web of Science ResearcherID: AAI-8258-2020
РИНЦ AuthorID: 746494; *SPIN-код:* 8082-7944

Спицына Любовь Юрьевна – канд. экон. наук, доцент школы базовой инженерной подготовки
Адрес для корреспонденции: 634034, Россия, Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: s_luba_07@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3923-984X
РИНЦ AuthorID: 441942; *SPIN-код:* 1383-2123

Вклад авторов

Спицын В.В. – формирование базы данных для анализа, определение перечня показателей для исследования и обсуждение тестируемых регрессионных моделей, выполнение расчетов, разработка гипотез, формирование и обсуждение выводов по результатам расчетов.

Анохин С.А. – обсуждение тестируемых регрессионных моделей, консультирование по выполнению расчетов, формирование и обсуждение выводов по результатам расчетов.

Спицына Л.Ю. – подготовка обзора литературы по тематике исследования.

Для цитирования

Спицын В. В., Анохин С. А., Спицына Л. Ю. Влияние заемного капитала на техническую эффективность российских предприятий: эконометрическое моделирование // Вестник Омского университета. Серия «Экономика». – 2021. – Т. 19, № 4. – С. 78–87. – DOI: 10.24147/1812-3988.2021.19(4).78-87.

Sergey A. Anokhin – PhD in Economic Sciences, Professor of the School of Engineering Entrepreneurship
Postal address: 30, Lenina pr., Tomsk, 634034, Russia
E-mail: anokhin@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7121-1134
Scopus AuthorID: 24482882200
Web of Science ResearcherID: AAI-8258-2020
RSCI AuthorID: 746494; *SPIN-code:* 8082-7944

Lyubov Yu. Spitsyna – PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the School of Basic Engineering Training
Postal address: 30, Lenina pr., Tomsk, 634034, Russia
E-mail: s_luba_07@mail.ru
ORCID: 0000-0002-3923-984X
RSCI AuthorID: 441942; *SPIN-code:* 1383-2123

Authors' contributions

Spitsyn V.V. – forming a database for analysis, defining a list of indicators for research and discussing the tested regression models, performing calculations, developing hypotheses, forming and discussing conclusions based on the results of calculations.

Anokhin S.A. – discussion the tested regression models, consulting on the implementation of calculations, forming and discussing conclusions based on the results of calculations.

Spitsyna L.Yu. – performing a literature review on the research topic.

For citations

Spitsyn V.V., Anokhin S.A., Spitsyna L.Yu. The impact of debt capital on the technical efficiency of Russian enterprises: econometric modeling. *Herald of Omsk University. Series "Economics"*, 2021, Vol. 19, no. 4, pp. 78-87. DOI: 10.24147/1812-3988.2021.19(4).78-87. (in Russian).