

ОЦЕНКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ. ПОДХОД DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*Елена Владимировна ПОНЬКИНА^а, Дмитрий Владимирович КУРОЧКИН^{б,•}^а кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической кибернетики и прикладной математики, Алтайский государственный университет, Барнаул, Российская Федерация
ponkinaelena77@mail.ru^б аспирант кафедры теоретической кибернетики и прикладной математики, Алтайский государственный университет, Барнаул, Российская Федерация
d.igel@mail.ru

• Ответственный автор

История статьи:

Принята 12.07.2016

Принята в доработанном виде
29.07.2016

Одобрена 08.08.2016

Доступна онлайн 15.05.2017

УДК 316.422:633.854

JEL: C14, C33, C51

<https://doi.org/10.24891/re.15.5.914>**Ключевые слова:**

технологическая эффективность, граничный подход, анализ оболочки данных, индекс эффективности, сельскохозяйственное производство

Аннотация**Предмет.** Сельскохозяйственное производство является системообразующим процессом в социально-экономической системе Алтайского края, от эффективного функционирования которого существенно зависит развитие сельских территорий, занятость и благосостояние сельского населения, обеспеченность сырьем предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности.**Цели.** Исследование технологической эффективности производства зерновых культур и подсолнечника сельскохозяйственными предприятиями на территории Кулундинской степи Алтайского края. Период наблюдений охватывает пять лет и характеризуется существенными различиями климатических и экономических условий производства (2008–2012 гг.).**Методология.** Работа выполнена в рамках нетрадиционной для российской экономической науки, но широко используемой за рубежом граничной методологии измерения эффективности. В качестве базового метода выступил метод анализа оболочки данных (Data Envelopment Analysis – DEA).**Результаты.** Проведена оценка резервов прироста продуктивности и экономических показателей в расчете на 1 га площадей посева, а также технологической эффективности производства продукции растениеводства предприятий с учетом масштабов их деятельности по годам и ее устойчивости в целом за период. Выявлено, что потенциальный экономически целесообразный прирост урожайности зерновых культур относительно фактического уровня в Кулундинской степи составляет в среднем 4 ц/га. Совокупные финансовые потери из-за недостаточной эффективности составляют в среднем 2,5 тыс. руб./га. Сравнение индексов технологической эффективности для сельскохозяйственных предприятий сухой степи и лесостепи показало, что предприятия в сухой степи являются менее эффективными в целом за период наблюдения и несут дополнительные потери относительно предприятий лесостепи, связанные с объективными различиями в благоприятности природных и экономических факторов хозяйствования.**Выводы.** Полученные данные свидетельствуют о необходимости выработки дополнительных мер по государственной поддержке производства зерновых культур и подсолнечника в условиях сухой степи приграничных районов Алтайского края, нивелирующих дифференциацию различий в природных условиях производства.

© Издательский дом ФИНАНСЫ и КРЕДИТ, 2016

Введение

Кулундинская степь (далее – Кулунда) занимает значительную территорию в западной части Алтайского края (8 829 тыс. га) и охватывает 32 муниципальных района. Это огромная территория для осуществления хозяйственной деятельности, где имеется 6,7 млн га земель сельскохозяйственного назначения, из которых 62% занимает пашня (4,2 млн га), а совокупная

посевная площадь достигает более 3,5 млн га [1]. На территории Кулунды сельскохозяйственное производство ведут 576 сельскохозяйственных организаций и 1 325 крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей (более 50% от численности в крае). При этом основную долю составляют крупные предприятия, имеющие площади посева, превышающие 6 тыс. га. По масштабам производства наиболее значимыми товарными культурами являются пшеница и подсолнечник (доля валового сбора пшеницы в Кулунде составляет 75% от краевого показателя, а подсолнечника – 74% по данным за 2011 г.) [1].

* Авторы выражают благодарность и глубокую признательность доктору экономических наук, профессору, заведующей кафедрой экономики, социологии труда и управления персоналом Алтайского государственного университета Светлане Владиславьевне ЛЮБОВОЙ за советы и ценные замечания в ходе подготовки статьи.

Эти факты свидетельствуют о значимости развития территории Кулунды в экономике региона, а также о важности исследования эффективности производства зерновых культур и подсолнечника и ее сравнительного анализа в различных природных условиях.

Вопросы оценки эффективности сельскохозяйственного производства в Алтайском крае всегда являлись актуальными. В период плановой экономики исследование эффективности являлось важным для централизованного управления отраслью и оптимизации распределения ресурсов. В ходе становления рыночных отношений и дальнейшего технического перевооружения регионального агропромышленного комплекса продолжались активно исследоваться вопросы эффективности различных форм организации сельскохозяйственного производства, вариантов используемых технологий и т.д. Традиционно исследование экономической эффективности производственно-хозяйственной деятельности проводится в рамках неграничного подхода и основано на использовании совокупности показателей, в частности прибыли, в том числе в расчете на единицу используемых ресурсов. Такой подход к измерению эффективности характеризуется рядом недостатков:

- *во-первых*, общая оценка эффективности базируется на совокупности частных показателей, характеризующих эффективность либо по видам используемых ресурсов (по входам), либо по видам выпускаемой продукции (по выходам). Оценки эффективности частных показателей чаще всего противоречат друг другу и получение обобщенных оценок затруднительно, что выразилось в виде парадокса Фокса [2];
- *во-вторых*, попытка синтезировать единый интегрированный показатель эффективности на основе совокупности частных показателей приводит к субъективности выбора метода или обоснования совокупности показателей эффективности, способа их группировки, методики расчета и т.д.;
- *в-третьих*, применение статистических методов не решает этой проблемы. Сравнение множества объектов по эффективности, имеющих существенно различающийся масштаб производства, приводит к необъективности выводов, присущих большинству видов экономической деятельности переменного эффекта от расширения масштабов производства (*Variable Return to Scale – VRS*).

Наиболее адекватным подходом измерения эффективности, лишенным указанных недостатков, является граничный подход, предложенный в 1951 г. Ж. Дебрэ [3] и развитый в трудах М. Фаррелла [4] и его последователей. Граничный подход основывается на представлении хозяйственного объекта как системы, имеющей множество входов и множество выходов. Эффективное функционирование объекта обеспечивает наиболее продуктивную генерацию множества выходов за счет воздействия на входы. Объект считается эффективным, если достигается состояние невозможности увеличения ни одного из выходов без увеличения хотя бы одного входа (предел объемов производства), или наоборот – невозможности уменьшения ни одного из входов без уменьшения хотя бы одного из выходов (предел экономии ресурсов). Такое состояние названо эффективным по Купмансу [5] либо эффективным по Парето-Купмансу [6]. Предполагается, что существует достижимый максимум результатов деятельности (потенциал), обуславливающий эффективность субъекта хозяйствования в текущих внешних условиях, описываемый в виде границы эффективности (*Efficiency Frontier*). Отклонение от границы эффективности может быть выражено в количественной форме и связано с неэффективностью функционирования и, возможно, действием множества факторов различной природы. В рамках граничного подхода общая эффективность (*Overall Efficiency*) производственного объекта декомпозирована на аллокативную (*Allocative Efficiency*) и технологическую составляющие (*Technical Efficiency*) [3, 4]. В рамках граничного подхода используются различные детерминированные и стохастические методы, наиболее популярными из которых являются:

- анализ оболочки данных – *Data Envelopment Analysis (DEA)*;
- стохастический граничный анализ – *Stochastic Frontier Analysis (SFA)*.

В мировой практике исследования эффективности сельскохозяйственного производства методы *SFA* и *DEA* получили широкое распространение. В Российской Федерации практические результаты применения данной методологии носят единичный характер.

Одной из первых работ, посвященной данной проблеме, можно считать публикацию D. Sedika, M. Trueblooda и C. Arnade в 1999 г., которые проследили изменения технологической эффективности за период 1991–1995 гг. на основе

статистических данных по регионам России и показали наличие устойчивой убывающей тенденции средней эффективности сельскохозяйственных организаций [7]. Ученые St. Osborn и M. Trueblood продолжили данное исследование в 1995–1998 гг., опираясь на статистические показатели по регионам Российской Федерации, учитывая что объем выпуска продукции потенциально может быть повышен на 17–43% (оценки по методам *DEA* и *SFA*), а затраты на производство снижены на 28–42%, соответственно [8]. В 2004 г. Н. Светлов под руководством профессора Г. Хокмана (Н. Hockmann, IAMO) оценил эффективность деятельности около 175 сельскохозяйственных предприятий Московской области на основе *DEA*-моделей, ориентированных на выход при гипотезе *VRS* по фактическим данным за 9 лет (1996–2004 гг.) [9]. В последующей работе авторов [10] акцентируется внимание на анализе влияния размера предприятия, выраженного набором показателей (*Size Indicators*), на эффективность его производственной деятельности. Показано, что производственный процесс большинства предприятий соответствует гипотезе переменного эффекта от расширения масштабов деятельности (*VRS*). При этом в период 1996–2001 гг. большее количество организаций характеризуется возрастающим эффектом от расширения масштабов деятельности (*Increase Return to Scale – IRS*) и наращиванием производственных мощностей эффективных предприятий. В период 2002–2004 гг. основная доля предприятий перешла к убывающему эффекту от расширения масштабов деятельности (*Decrease Return to Scale – DRS*), наметилась относительная стабилизация размеров предприятий, реализующих лучшие производственные практики. Исследованию технологической эффективности возделывания подсолнечника в зависимости от комплекса социально-экономических и технологических факторов по выборке 120 сельскохозяйственных предприятий Краснодарского края посвящена работа А. Кондрашовой [11]. Показано, что дополнительные инвестиционные вложения в интенсификацию производства не приносят ощутимого эффекта. Эффективными являются в основном крупные предприятия, имеющие численность работающих свыше 201 чел. Кроме того, анализ полученных оценок показывает, что уровень производственного потенциала предприятий используется на 47% от возможной производительности в отрасли. В работе ряда авторов [12] выполнена оценка эффективности производства предприятий растениеводства

в условиях Кулундинской степи Алтайского края, выполнена типология предприятий по эффективности, дана общая характеристика группы эффективных и неэффективных предприятий. Научные работы в мировой практике эффективности в рамках граничной методологии в последние годы проводятся преимущественно на основе данных за ряд лет в целях анализа динамики эффективности сельскохозяйственного производства и выявления характера влияния различных макро- и микроэкономических факторов на эффективность и их ранжирование.

В отличие от полученных ранее результатов исследование направлено на сравнительный анализ эффективности производства зерновых культур и подсолнечника в условиях сухой степи и лесостепи Кулундинской степи Алтайского края, выявление устойчивых во времени соотношений эффективности производства, обусловленных объективными различиями природно-экономических условий.

Оценке подлежат:

- степень устойчивости индекса эффективности производства продукции растениеводства в изменяющихся климатических и экономических условиях;
- экономически целесообразный резерв прироста продуктивности культур;
- совокупные финансовые потери предприятий, связанные с технологически неэффективной организацией производства и действием комплекса разнородных факторов, в том числе природного характера;
- влияние масштабов деятельности на достижение эффективности производства.

Материалы и методы исследования

Анализ особенностей применения методов *DEA* и *SFA*, выполненный в работе [13], позволяет сделать вывод, что более информативным с практической точки зрения является метод *DEA*, который рассматривается в работе в качестве базового.

Формальное описание сути этого метода приводит к необходимости представления хозяйственного объекта в виде системы, имеющей входы $x = (x_1 \dots x_S)$ и выходы $y = (y_1 \dots y_R)$. Если x – вектор факторов производства (входов), а y – вектор выпуска (выходов), то множество вариантов использования в производстве ресурсов и соответствующие им варианты выпуска продукции будут описываться множеством

$T = \{(x, y) \in R^{S+R}; x_{np}\}$. Выпуклая граница множества производственных возможностей T^E характеризует предельную эффективность объектов в зависимости от масштабов деятельности.

Неэффективность по Дебрэ-Фарреллу есть величина отклонения наблюдаемого состояния объекта от граничного [14].

Учитывая введенные обозначения, в соответствии с концепцией Дебрэ-Фаррелла *эффективность по входу* (*экономичность использования ресурсов в производстве – Input Efficiency*) оценивается величиной E^* , которая характеризует долю использования фактических затрат x , обеспечивающих фактический выпуск продукции y (рис. 1а):

$$E^* = \min \{F > 0 : (E_{x,y}) \in T^E, E^* \leq 1\}.$$

При $E = 1$ предприятие является эффективным. Доля пропорционального сокращения затрат, обеспечивающих фактический выпуск оценивается как $1 - E^*$.

Эффективность по выходу (*эффективность производства – Output Efficiency*) оценивается величиной F^* , представляющей оценку потенциальным возможностям наращивания объемов выпуска без изменения расхода ресурсов (рис. 1б):

$$F^* = \max \{F > 0 : (E_{x,y}) \in T^E, (x, y) \in T, F^* \geq 1\}.$$

Оценки, полученные в соответствии с приведенным подходом, являются оценками технологической эффективности объекта или «границей наилучших практик производства» – «the best-practice frontier» [15]. Следует отметить, что эффективность по Дебре-Фарреллу не является необходимым условием в соответствии с эффективностью по Купмансу [16].

Метод DEA позволяет оценить технологическую эффективность производственной системы путем решения задачи математического программирования. Базовая конструкция моделей DEA была предложена в 1978 г. А. Чарнзом, У. Купером и Е. Родосом [17], в дальнейшем они были исследованы Д. Депринсом, Л. Саймэр, Х. Тулкенсом [18], Р. Бэнкер и др. [19] и представляют модели, ориентированные на выход (*CCR-output*), ориентированные на вход (*CCR-input*). Оценки эффективности, полученные на основе указанных моделей идентичны, различна лишь интерпретация результатов А. Чарнза, У. Купера, Л. Сейфорда [20], Ю.В. Федотова [21].

Оценка степени технологической эффективности производственного объекта o ($o \in \{1, \dots, N\}$) по выходу осуществляется путем решения задачи математического программирования вида (*CCR-output*):

$$\phi \rightarrow \max \lim_{(\phi, \lambda) \in Q_0} \phi, \quad (1)$$

$$Q_0 = \{(\phi, \lambda) \in R, \times R^n; \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{js} \leq x_{os}; \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rs} \geq \phi y_{or}; s=1, \dots, S; r=1, \dots, R\},$$

где ϕ – переменная-индикатор, характеризующая уровень технологической эффективности объекта, то есть величину пропорционального увеличения выходов, при действующих входах;

y_{jr}, x_{js} наблюдаемые для j -го объекта выходы и входы;

λ – переменные модели.

Модель (1) является моделью, ориентированной на выход при гипотезе *CRS* (постоянного эффекта от расширения масштаба производства). Модель *CCR-output* при гипотезе о *VRS* (переменного эффекта от расширения масштаба производства) трансформируется в модель *BCC-output* путем добавления ограничения $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ к задаче (1).

В целом решение N -задач приближают границу эффективности, которая представляет собой выпуклую оболочку множества производственных возможностей, образованную путем отсечения полуплоскостей, проходящих через смежные, граничные точки.

Решение $\phi^* = 1$ свидетельствует об эффективности хозяйственного объекта и невозможности увеличения выхода при имеющихся входах. Однако, как показывают исследования, этого факта недостаточно для полной (100%) эффективности. Объекты, лежащие на границе, могут быть недостаточно эффективными в связи с тем, что ограничения задачи не выполнены как равенства. В связи с этим вычисление остаточных d_s^- и избыточных d_s^+ переменных в ограничениях задачи (1) дает дополнительную информацию о степени эффективности объекта и величине отклонения от границы эффективности:

$$d_s^- = x_{os} - \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{js}; d_r^+ = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{jr} - \phi^* y_{or}. \quad (2)$$

Доказано, что объект является технологически эффективным, если $\phi^* = 1$ и $d_s^- = d_s^+ = 0$.

В результате решения задачи (1) для модификаций *CRS* и *VRS* для каждого из объектов выборки формируются оптимальные в сравниваемых условиях оценки:

- пропорциональных резервов прироста выпуска продукции – ϕ_{CRS}, ϕ_{VRS} ;
- технологической эффективности производства – $IE_{DEA_VRS} = 1/\phi_{VRS}; IE_{DEA_CRS} = 1/\phi_{CRS}$;
- неэффективности, связанной с влиянием масштабов деятельности (*Scale Efficiency* – *SE*) – $IE_{SE} = IE_{CRS}/IE_{VRS}$;
- резервов экономии ресурсов d_s^* по видам ($s = 1, \dots, S$);
- потенциального (граничного) объема выпуска $y_{or}^* = y_{or} \phi_o + d_{or}^+$ по видам $r = 1, \dots, R$;
- потенциальных (граничных) затрат ресурсов $x_{os}^* = x_{os} \phi_o - d_{os}^+$ по видам $s = 1, \dots, S$.

Существенные и устойчивые во времени различия в оценках технологической эффективности предприятий, сгруппированных по некоторому признаку (например, принадлежность к почвенно-климатической зоне, применение определенной технологии производства, особенности менеджмента) при прочих относительно равных условиях дают основания утверждать, что данный фактор является значимым в повышении эффективности генерации выходов. В целом факторная модель эффективности может быть представлена как $IE = f(x, w)$, где w – вектор релевантных факторов, обуславливающих уровень эффективности производства. Идентификация модели IE по результатам *DEA* представляет определенные трудности, поскольку для значительного количества предприятий, лежащих на границе эффективности $IE = 1$, соответственно, при наличии вариации (x, w) для таких объектов вариация $IE = 0$. Поэтому в качестве более объективного подхода выявления значимых факторов технологической эффективности рассматривается сравнительный анализ результатов по подвыборкам, полученным путем извлечения из исходной выборки в зависимости от значения признака w . В качестве такого признака в работе рассматривается принадлежность предприятия к природной зоне: сухая степь ($w = 1$) или лесостепь ($w = 2$).

Анализ соотношений $IE_1 = f(x | w = 1)$ и $IE_2 = f(x | w = 2)$ ¹ при относительно схожих прочих условиях позволит оценить степень различия в технологической эффективности предприятий, ведущих производство в различных природных зонах.

Исходные данные

Исследование технологической эффективности сельскохозяйственного производства в условиях Кулунды сфокусировано на группе предприятий различных форм собственности растениеводческой специализации (доля в выручке от производства продукции растениеводства более 60%), осуществляющих производство зерновых культур и подсолнечника. В ходе анализа не учитывались предприятия, возделывающие сахарную свеклу, что продиктовано необходимостью обеспечения относительной сопоставимости показателей (однородности выборки), а возделывание сахарной свеклы оказывает существенное влияние и на севооборот, и на структуру производственных расходов. Для формирования базы исходных данных использовались результаты сплошного статистического наблюдения главного управления сельского хозяйства Алтайского края за 2008–2012 гг. Период наблюдений характеризуется разнообразными климатическими условиями в крае (от сильной засухи, минимальной продуктивности культур и роста цен в 2012 г. до благоприятных климатических условий и высокой урожайности в растениеводстве, но значительным падением цен в 2009 г.), что позволяет выявить потенциал и адаптивность агропроизводственной системы в различных по благоприятности условиях.

В качестве входов рассматриваются суммы переменных затрат на производство продукции растениеводства, а выход оценивается по величине стоимости произведенной продукции, рассчитанной в среднегодовых ценах реализации производителя (табл. 1). Отсутствие в структуре затрат на амортизацию и прочие расходы связано с проблемами соотношения предприятий, осуществляющих хозяйственную деятельность в разных налоговых режимах, и необходимости исключения факторов кредитования, поэтому в расчет берутся переменные издержки,

¹ Функция $IE_i = f(x | w = i)$, $i = 1, 2$, $i = 1, 2$ в общем характеризует процедуру вычисления показателей для групп предприятий, сформированных по принципу $w = i$.

непосредственно влияющие на выпуск продукции (выход).

Использование в качестве входных потоков затрат по статьям и как реакция – генерация выхода в виде стоимости выпущенной продукции растениеводства, по исследованиям авторов [12] является более адекватным подходом по сравнению с расчетом, выполненным исходя из данных на единицу площади посева, и позволяет учесть эффект различий масштабов производства в достижении эффективности.

В целях повышения однородности выборки и формирования «густой» границы эффективности выполнено исключение «объектов-выбросов» – аномальных объектов, существенно отличающихся по показателям урожайности культур, цене реализации, затратам на 1 га площади посева. Объем итоговой выборки варьируется по годам исследования от 52 до 69 объектов и является достаточным для получения объективных оценок. Анализ эффективности ориентирован на выявление различий в динамике и устойчивости технологической эффективности с учетом почвенно-климатического районирования территории Кулундинской равнины на зоны сухой степи, типичной степи и лесостепи. Выборка содержит от 26 до 30 предприятий, ведущих производство в условиях сухой степи и от 17 до 27 предприятий – в условиях лесостепи.

Исследуемые предприятия характеризуются различиями масштабов деятельности. Преобладающую долю в выборке составили малые (с общей площадью земель сельскохозяйственного назначения до 5 тыс. га) и средние предприятия (с площадью от 5 до 10 тыс. га), доля которых в выборке составила около 42 и 31% соответственно. Доля крупных предприятий (с площадью от 10 до 40 тыс. га) в выборке составляет 27%.

Наблюдаются существенные различия в урожайности культур по объектам выборки. Так, например, в 2009 г. (благоприятном с точки зрения продуктивности) наблюдалась урожайность зерновых и зернобобовых 3,5 ц/га на предприятии в Угловском районе (сухая степь) и 29,7 ц/га на предприятии в Каменском районе (лесостепь). Сравнительный анализ урожайности культур в условиях сухой степи и лесостепи Кулунды дает противоречивые результаты и не позволяет сделать однозначные выводы об экономической эффективности производства продукции растениеводства. Кроме того, в экономическом анализе важно учитывать не только величину

урожайности, но и обеспечившие ее производственные расходы.

Результаты оценки эффективности по DEA

В результате применения метода *DEA (CRS, VRS)* на каждый год исследования получены оценки индекса технологической эффективности (TE), резервов прироста продуктивности и экономических показателей в расчете на 1 га площадей посева (рис. 2 и 3, табл. 2 и 3). Средняя величина технологической эффективности за 2008–2012 гг. составила 0,6 при учете постоянного эффекта от расширения масштабов деятельности (*CRS*), 0,7 – при переменном эффекте (*VRS*), масштабной эффективности – 0,86 (вариация – 13, 12 и 6%, соответственно). Большая доля сельскохозяйственных предприятий характеризуется переменным эффектом от расширения масштабов деятельности, поэтому более объективной является оценка эффективности *DEA_VRS*.

Результаты исследования показали, что наибольшее падение технологической эффективности произошло в 2012 г. (этот период характеризовался сильнейшей засухой в Алтайском крае). Средний индекс технологической эффективности снизился до уровня менее 0,5. Это свидетельствует о том, что основная масса предприятий значительно (более чем на 50%) недополучила выхода (стоимости произведенной продукции) на вложенные затраты ресурсов. Такая разность оценок указывает на то, что различия в экономических результатах деятельности было более сильными в 2012 г. по сравнению с предыдущими периодами. В критических условиях 2012 г. доля предприятий, оказавшихся неэффективными, существенно выше, чем в другие годы – 42% от объема выборки (табл. 2). Фактор засухи и сказался негативно на результатах деятельности предприятий, при этом рыночные реакции (в виде повышения закупочной цены) запоздали и не оказали существенного влияния на экономические результаты в растениеводстве. Высокой являлась доля неэффективных предприятий и в 2009 г. – 41% по *CRS* и 16% по *VRS*, что адекватно отражало ситуацию перепроизводства зерна и «обвала» цен на рынке зерна в тот период. Наиболее благоприятным для достижения технологической эффективности оказался 2010 г.

Сравнивая динамику технологической эффективности предприятий в условиях лесостепи и сухой степи, можно сделать вывод, что в целом для предприятий в лесостепи индекс технологической эффективности доминирует

относительно предприятий сухой степи (рис. 3). В среднем за пять лет этот индекс для условий сухой степи составил 0,72, а для условий лесостепи – 0,75. Причины технологической неэффективности предприятий различны и включают факторы стохастической природы (для предприятий растениеводства существенен фактор климатических и почвенных условий) и факторы технологического, управленческого и социально-экономического характера.

Поскольку объекты подвыборки сопоставимы по масштабам деятельности (средний размер площади посева на предприятиях сухой степи составил 6 240 га, а лесостепи – 6 556 га), то этот фактор нельзя рассматривать в качестве релевантного, обеспечивающего различие оценок эффективности. Анализ структуры затрат предприятий сравнимых зон показал, что затраты на семена, нефтепродукты и заработную плату по подвыборкам практически идентичны. В условиях лесостепи предприятия активнее используют удобрения и средства защиты растений. В среднем затраты на удобрения в расчете на 1 га в условиях лесостепи выше на 62% относительно предприятий сухой степи, а расходы на средства защиты растений выше на 36%, что отчасти обусловлено рекомендациями агрономической науки (нормы внесения удобрений в сухой степи существенно ниже норм, чем в лесостепной части Кулунды). Затраты на запасные части в расчете на 1 га площади посева в сухой степи выше в среднем на 29% относительно условий лесостепи. По общей сумме всех переменных затрат на возделывание культур различия между зонами не превышают 1%. Анализ соотношения цен реализации продукции показал различие, не превышающее 2% по цене зерновых культур и 20% – по цене на подсолнечник (средняя цена реализации подсолнечника выше для предприятий сухой степи, чем предприятий лесостепи, несмотря на это эффективность предприятий в условиях лесостепи ниже). Таким образом, можно констатировать, что найденное различие в эффективности производства продукции растениеводства обусловлено факторами технологического и природного характера, в частности, различием в качестве почв и степени засушливости климата. Очевидно, что технология возделывания культур специфицируется с учетом почвенно-климатических условий производства, поэтому технологические решения вторичны, а природные условия – первичны.

Несмотря на то, что различия в эффективности предприятий зон сухой степи и лесостепи

минимальны, оценки экономических показателей существенно различаются (табл. 3). Величина совокупных финансовых потерь, характеризующих как потенциальную экономию производственных расходов, так и недополучение выходов в стоимостной оценке для предприятий, производящих продукцию в условиях сухой степи, значительно выше, чем для предприятий лесостепи (различия варьируется по годам от 300 до 660 руб./га). Этот факт характеризует то, что при относительно схожем уровне менеджмента, специализации и технологическом оснащении производства, потери предприятий в условиях сухой степи существенно выше, чем в условиях лесостепи. Государственная поддержка продукции растениеводства в крае ориентирована не только на стимулирование производства отдельных видов продукции, но и на нивелирование различий природных условий ведения производства.

Фактические различия в выплачиваемых «погектарных» субсидиях предприятиям сухой степи и лесостепи показали, что они не превышают 60 руб./га (ставка субсидий на 1 га посева культур в условиях сухой степи составляет 195 руб./га, а в условиях лесостепи – 153–136 руб./га), чего явно недостаточно для компенсации и сглаживания различий в природных условиях производства продукции растениеводства на исследуемой территории.

В целом анализ отклонений от границы эффективности предприятий, специализирующихся на производстве зерновых культур и подсолнечника, позволяет сделать следующие выводы (табл. 3):

- резервы прироста урожайности зерновых и зернобобовых культур в экономических и климатических условиях Кулунды Алтайского края составляют 2,7–5,4 ц/га, при этом потенциальный прирост стоимости продукции растениеводства составляет в среднем 40%;
- в засушливых условиях 2012 г. более эффективными оказались предприятия, сэкономившие на затратах, связанных с внесением удобрений и со средствами защиты растений. В относительно благоприятных условиях применение удобрений и средств защиты растений обеспечивает в среднем большую эффективность производства;
- анализ затрат эффективных и неэффективных предприятий по статьям «Семенной материал» и «Запасные части» не показал существенных различий. Для эффективных предприятий величина затрат на нефтепродукты

незначительно выше уровня этого показателя для неэффективных объектов;

- совокупные финансовые потери вследствие неэффективности колеблются от 1,16 до 3,97 тыс. руб./га, причем существенно большие финансовые потери наблюдаются в засушливых условиях в зоне сухой степи Кулунды Алтайского края.

Выводы

Анализ оценок эффективности производственного потенциала предприятий и отслеживание ситуации в динамике создают информационную основу для совершенствования политики территориального управления в регионе, разработки мероприятий по

предупреждению негативных последствий ожидаемых климатических изменений. В области государственного регулирования сельскохозяйственного производства анализ соотношений эффективности производства продукции растениеводства в различных почвенно-климатических зонах позволит обосновать объективные различия в начислении погектарных субсидий, что позволит обеспечить повышение эффективности системы государственной поддержки в регионе, направленной на нивелирование негативного влияния разнородных факторов на агропроизводственную систему, в том числе объективных различий в природных условиях сельскохозяйственного производства.

Таблица 1

Среднее значение входов и выходов по объектам наблюдения в 2008–2012 гг., тыс. руб.

Table 1

The average value of input and output by object of monitoring in 2008–2012, thousand RUB

Показатель	Обозначение	2008	2009	2010	2011	2012
<i>Выход</i>						
Стоимость произведенной продукции растениеводства	y	29 908	29 696	26 720	26 447	29 227
<i>Входы</i>						
Семена и посадочный материал	x_1	2 763	3 332	3 017	3 329	4 422
Минеральные удобрения	x_2	399	350	313	425	442
Средства защиты растений	x_3	869	934	1 413	1 303	1 415
Энергия и нефтепродукты	x_4	5 782	4 190	4 472	4 453	5 338
Запасные части и материалы для ремонта	x_5	3 386	2 596	2 853	2 533	3 194
Заработная плата и социальные отчисления	x_6	4 212	4 634	5 133	4 939	5 289
Количество объектов выборки, ед.	N	64	61	69	58	52

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 2

Распределение предприятий по группам эффективности в 2008–2012 гг., % от объема выборки

Table 2

Distribution of businesses by group of efficiency in 2008–2012, percentage of the sample volume

Технологическая эффективность по выпуску, TE	Оценка CRS					Оценка VRS				
	2008	2009	2010	2011	2012	2008	2009	2010	2011	2012
> 0,9 (высокоэффективные)	19	23	28	22	13	23	46	49	48	31
(0,5; 0,9] (относительно эффективные)	63	36	52	51	25	61	38	45	45	27
(0,1; 0,5] (неэффективные)	17	41	20	28	62	14	16	6	7	42
≤ 0,1 (аномально неэффективные)	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0

Примечание. Жирным шрифтом выделено максимальное значение в столбце.

Источник: авторская разработка

Source: Authoring

Таблица 3

Граничные показатели и резервы прироста производительности по предприятиям Кулунды, специализирующимся на производстве зерновых культур и подсолнечника (расчет при гипотезе VRS) в 2008–2012 гг.

Table 3

Frontier performance and productivity gain reserves by Kulunda enterprises, specializing in cereals and sunflower production (calculation using the VRS hypothesis) in 2008–2012

Показатель	2008	2009	2010	2011	2012	Среднее
<i>1. Стоимость произведенной продукции растениеводства, тыс. руб./га</i>						
Фактический	4,28	4,54	4,33	4,19	4,51	–
Граничная оценка	6,16	6,06	5,24	5,54	7,72	–
Прирост относительно граничного уровня, %	44	34	21	32	71	40
<i>2. Переменные затраты на производство продукции растениеводства, тыс. руб./га</i>						
Фактический	2,45	2,45	2,74	2,92	3,07	–
Граничная оценка	1,92	2,21	2,49	2,5	2,31	–
Прирост относительно граничного уровня, %	–22	–10	–9	–14	–25	–16
<i>3. Совокупные финансовые потери вследствие неэффективности, тыс. руб./га</i>						
По всей выборке предприятий	2,41	1,76	1,16	1,77	3,97	–
В том числе:						–
– зона сухой степи	2,52	2,01	1,45	4,68	4,16	–
– зона лесостепи	2,21	1,38	1,15	4,02	3,64	–
<i>4. Урожайность зерновых и зернобобовых, ц/га</i>						
Фактическая	10,2	14,9	12,3	10	7,1	–
Граничная оценка	14	19,5	14,9	13,1	12,6	–
Прирост относительно граничного уровня, ц/га	3,8	4,6	2,7	3,1	5,4	3,9
В том числе:						
– зона сухой степи	3,7	5,04	3,13	3,13	6,47	4,3
– зона лесостепи	4,2	3,6	2,69	3,1	4,56	3,6

Примечание. Жирным шрифтом выделено максимальное в строке значение.

Источник: авторская разработка

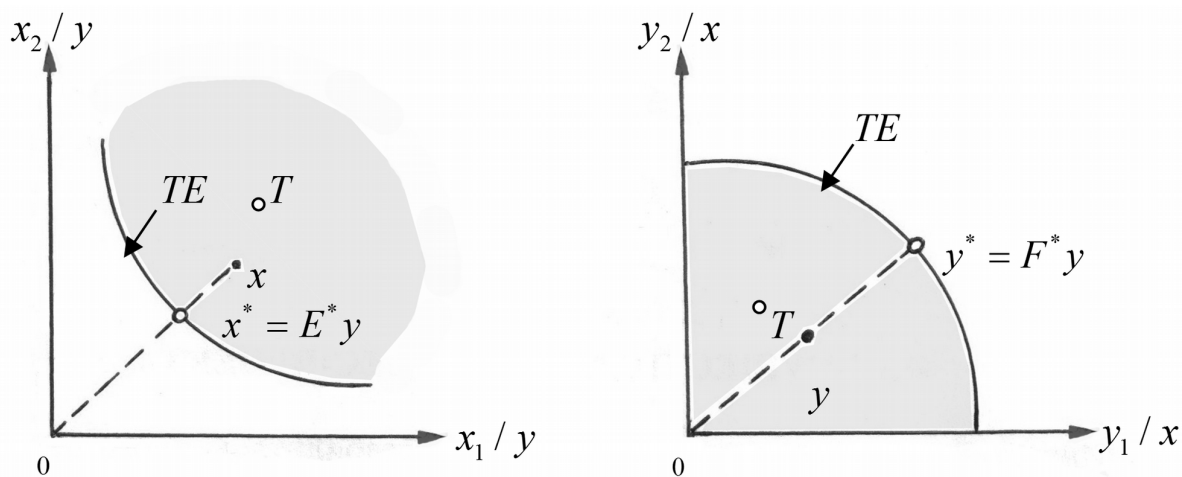
Source: Authoring

Рисунок 1

Принцип оценки технологической эффективности по Дебрэ-Фарреллу

Figure 1

The principle of technological efficiency evaluation by Debreau-Farrell



a – оценка эффективности по входу

b – оценка эффективности по выходу

Источник: составлено авторами

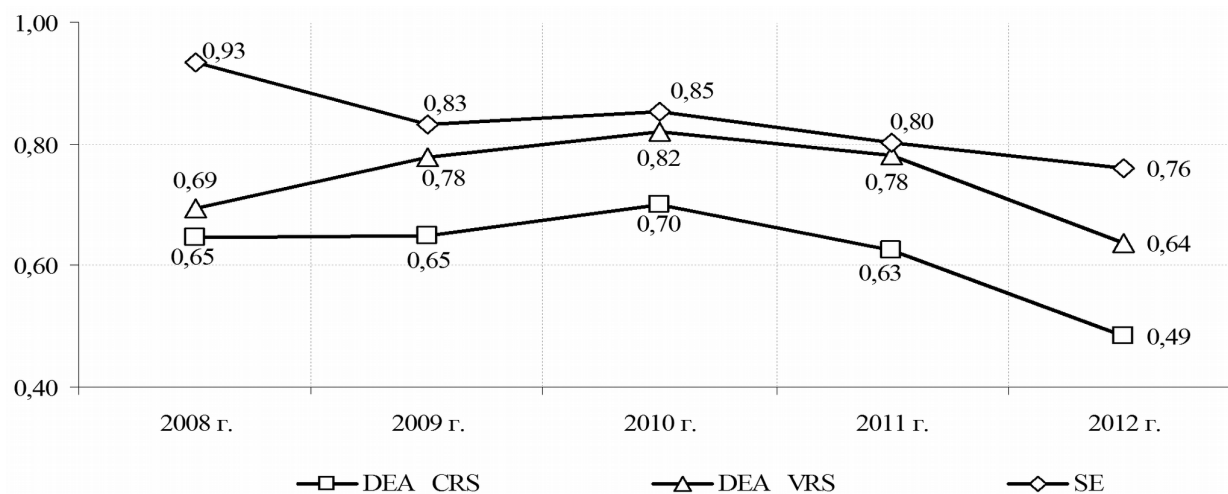
Source: Authoring

Рисунок 2

Средняя технологическая эффективность производства зерновых культур и подсолнечника по предприятиям Кулунды, Алтайский край

Figure 2

The average technological efficiency of the production of cereals and sunflower by enterprise, Kulunda, Altai Krai



Источник: составлено авторами

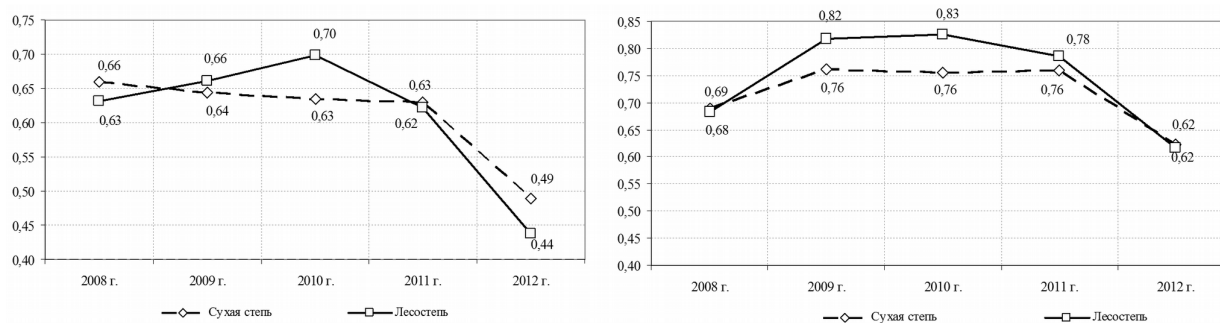
Source: Authoring

Рисунок 3

Средний индекс технологической эффективности предприятий, осуществляющих производство в сухой степи и лесостепи, Кулунда, Алтайский край

Figure 3

The average index of technological efficiency of enterprises engaged in the production in dry and forest steppes, Kulunda Steppe, Altai Krai



а – гипотеза CRS

б – гипотеза VRS

Источник: составлено авторами

Source: Authoring

Список литературы

1. Понькина Е., Беляев В., Боварова М. и др. Экономические, экологические, технологические факторы и результаты деятельности сельскохозяйственных предприятий в условиях Кулундинской степи: коллективная монография. Барнаул: АГУ, 2014. 140 с.
2. Fox K.J. Efficiency at Different Levels of Aggregation: Public Vs Private Sector Firms. *Economics Letters*, 1999, vol. 65, pp. 173–176. doi: 10.1016/S0165-1765(99)00147-0

3. *Debreu G.* The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 1951, vol. 19, iss. 3, pp. 273–292. doi: 10.1007/978-3-642-73370-3_2
4. *Farrell M.J.* The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Statistical Society*, 1957, ser. A, vol. 120, no. 3, pp. 253–290. doi: 10.1016/S2212-5671(15)00771-6
5. *Koopmans T.* Activity analysis of production and allocation: proceedings of a conference. New York, Wiley, 1951, 404 p. doi: 10.1016/0024-3795(68)90002-5
6. *Cooper W., Seiford L., Zhu J.* Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Hand Book on Data Envelopment Analysis. New York, Kluwer Academic Publishers. 2004. 587 p.
7. *Sedik D., Trueblood M., Arnade C.* Corporate Farm Performance in Russia 1991–1995: an Efficiency Analysis. *Journal of Comparative Economics*, 1999, vol. 27, iss. 3, pp. 514–533. doi: 10.1006/jcec.1999.1599
8. *Osborn St., Trueblood M.* An Examination of Economic Efficiency of Russian Crop Output in the Reform Period // Presented at the Meeting of the American Agricultural Economics Association. Chicago, Illinois, 2001. 27 p.
9. *Светлов Н.М.* Использование DEA для выявления резервов повышения эффективности сельскохозяйственных организаций Московской области // Проблемы экономики и управления социально-экономическими процессами в АПК: научные труды НАЭКОР. М.: МСХ, 2004. Т. 2. С. 281–286.
10. *Svetlov N., Hockmann H.* Optimal Farm Size in Russian Agriculture // Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference. Beijing, China, 2009. URL: <http://svetlov.timacad.ru/sci/p194.pdf>.
11. *Кондрашова А.В.* Оценка уровня развития производства семян подсолнечника в сельскохозяйственных организациях Краснодарского края в зависимости от внедрения инноваций // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2012. № 11. С. 127–132.
12. *Лобова С.В., Понькина Е.В., Межин С.А., Курочкин Д.В.* Применение методов DEA и SFA для количественной оценки влияния технологических и социоэкономических факторов на эффективность сельскохозяйственных предприятий // Вестник алтайской науки. 2014. № 1. С. 258–266.
13. *Лобова С.В., Понькина Е.В., Курочкин Д.В.* Количественная оценка влияния технологических и социоэкономических факторов на эффективность деятельности сельскохозяйственных предприятий Алтайского края на основе методов Data Envelopment Analysis (DEA) и Stochastic Frontier Analysis (SFA). Барнаул: АГУ, 2013. Ч. 2. 87 с.
14. *Murillo-Zamorano L.* Economic Efficiency and Frontier Techniques. *Journal of Economic Surveys*, 2004, vol. 18, iss. 1, pp. 33–87. doi: 10.1016/0304-4076(82)90043-4
15. *Cook W.D., Tone K., Zhu J.* Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *OMEGA*, 2014, vol. 44, pp. 1–4. doi: 10.1016/j.omega.2013.09.004
16. *Porcelli F.* Measurement of Technical Efficiency. A brief survey on parametric and non-parametric techniques. University of Warwick Publ, 2009. 26 p. doi: 10.4236/jss.2015.310002
17. *Charnes A., Cooper W., Rhodes E.* Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, pp. 429–444. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8
18. *Deprins D., Simar L., Tulkens H.* Measuring Labor Efficiency in PostOffices // The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements. North Holland, 1984, pp. 243–267. doi: 10.1007/978-0-387-25534-7_16

19. Banker R. Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 1984, vol. 17, iss. 1, pp. 35–54. doi: 10.1016/0377-2217(84)90006-7
20. Charnes A., Cooper W., Seiford L., Sturz J. A multiplicative model for efficiency analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1982, vol. 16, iss. 5, pp. 223–224. doi: 10.1016/0038-0121(82)90029-5
21. Федотов Ю.В. Измерение эффективности деятельности организации: особенности метода DEA (анализа свертки данных) // *Российский журнал менеджмента*. 2012. Т. 10. № 2. С. 51–62.

Информация о конфликте интересов

Мы, авторы данной статьи, со всей ответственностью заявляем о частичном и полном отсутствии фактического или потенциального конфликта интересов с какой бы то ни было третьей стороной, который может возникнуть вследствие публикации данной статьи. Настоящее заявление относится к проведению научной работы, сбору и обработке данных, написанию и подготовке статьи, принятию решения о публикации рукописи.

ASSESSMENT OF TECHNOLOGICAL EFFICIENCY IN THE CEREAL CROPS AND SUNFLOWER PRODUCTION IN THE MIDST OF THE KULUNDA STEPPE, ALTAI KRAI: THE DEA APPROACHElena V. PON'KINA^a, Dmitrii V. KUROCHKIN^{b,*}^a Altai State University, Barnaul, Altai Krai, Russian Federation
ponkinaelena77@mail.ru^b Altai State University, Barnaul, Altai Krai, Russian Federation
d.igel@mail.ru

* Corresponding author

Article history:Received 12 July 2016
Received in revised form
29 July 2016
Accepted 8 August 2016
Available online 15 May 2017**JEL classification:** C14, C33,
C51<https://doi.org/10.24891/re.15.5.914>**Keywords:** technological efficiency, frontier approach, Data Envelopment Analysis, effectiveness index, agricultural production**Abstract****Importance** The article discusses the development issues of agricultural production as a strategic sector of the socio-economic system of the Altai Krai.**Objectives** The article aims to study the technological efficiency of cereals and sunflower production of agricultural enterprises in the territory of the Kulunda Steppe, the Altai Krai. The observation period covers five years, 2008–2012, and is characterized by significant differences in climatic and economic conditions of production.**Methods** For the study, we used frontier methodologies to measure the effectiveness and Data Envelopment Analysis as the basic method.**Results** Comparison of the indexes of technological efficiency for agricultural enterprises in dry steppe and forest-steppe shows that businesses in dry steppe are less effective during the observation period and suffer more additional losses than the businesses in forest-steppe, related to objective differences in the quality of natural and economic factors.**Conclusions** The results received indicate the need for additional State support measures for the cereals and sunflower seeds production in the conditions of dry steppe border regions of the Altai Krai, evening the differentiation differences in natural conditions of production.

© Publishing house FINANCE and CREDIT, 2016

Acknowledgments

We express our gratitude and deep appreciation to Svetlana V. LOBOVA, Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Economics, Labor Sociology and Personnel Management of the Altai State University, for the valuable advice and comments on the article.

References

1. Pon'kina E., Belyaev V., Bovarova M. et al. *Ekonomicheskie, ekologicheskie, tekhnologicheskie faktory i rezul'taty deyatel'nosti sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii v usloviyakh Kulundinskoi stepi: kollektivnaya monografiya* [Economic, environmental, technological factors, and the results of agricultural enterprises in conditions of the Kulunda Steppe: a collective monograph]. Barnaul, ASU Publ., 2014, 140 p.
2. Fox K.J. Efficiency at Different Levels of Aggregation: Public vs Private Sector Firms. *Economics Letters*, 1999, vol. 65, pp. 173–176. doi: 10.1016/S0165-1765(99)00147-0.
3. Debreau G. The Coefficient of Resource Utilization. *Econometrica*, 1951, vol. 19, iss. 3, pp. 273–292. doi: 10.1007/978-3-642-73370-3_2
4. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Ser. A*, 1957, vol. 120, no. 3, pp. 253–290. doi: 10.1016/S2212-5671(15)00771-6
5. Koopmans T. Activity Analysis of Production and Allocation: Proceedings of a Conference. New York, Wiley, 1951, 404 p. doi: 10.1016/0024-3795(68)90002-5
6. Cooper W., Seiford L., Zhu J. Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Hand Book on Data Envelopment Analysis. New York, Kluwer Academic Publishers, 2004, 587 p.
7. Sedik D., Trueblood M., Arnade C. Corporate Farm Performance in Russia 1991–1995: An Efficiency Analysis. *Journal of Comparative Economics*, 1999, vol. 27, iss. 3, pp. 514–533. doi: 10.1006/jcec.1999.1599

8. Osborn St., Trueblood M. An Examination of Economic Efficiency of Russian Crop Output in the Reform Period: Presented at the Meeting of the American Agricultural Economics Association. Chicago, Illinois, 2001, 27 p.
9. Svetlov N.M. *Ispol'zovanie DEA dlya vyyavleniya rezervov povysheniya effektivnosti sel'skokhozyaystvennykh organizatsii Moskovskoi oblasti. V kn.: Problemy ekonomiki i upravleniya sotsial'no-ekonomicheskimi protsessami v APK: nauchnye trudy NAEKOR* [Using DEA to identify the reserves to increase the efficiency of the agricultural organizations of the Moscow oblast. In: Problems of economy and management of socio-economic processes in agriculture: scientific papers of RIAEA]. Moscow, Ministry of Agriculture of Russia Publ., 2004, vol. 2, pp. 281–286.
10. Svetlov N., Hockmann H. Optimal Farm Size in Russian Agriculture: Contributed Paper prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists Conference. Beijing, China, 2009. Available at: <http://svetlov.timacad.ru/sci/p194.pdf>.
11. Kondrashova A.V. [Evaluation of the level of development of the production of sunflower seeds in the agricultural organizations of the Krasnodar Krai depending on innovation]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2012, no. 11, pp. 127–132. (In Russ.)
12. Lobova S.V., Pon'kina E.V., Mezhin S.A., Kurochkin D.V. [Application of DEA and SFA methods to quantify the influence of technological and socio-economic factors on the efficiency of agricultural enterprises]. *Vestnik Altaiskoi Nauki*, 2014, no. 1, pp. 258–266. (In Russ.)
13. Lobova S.V., Pon'kina E.V., Kurochkin D.V. *Kolichestvennaya otsenka vliyaniya tekhnologicheskikh i sotsio-ekonomicheskikh faktorov na effektivnost' deyatel'nosti sel'skokhozyaystvennykh predpriyatii Altaiskogo kraya na osnove metodov Data Envelopment Analysis (DEA) i Stochastic Frontier Analysis (SFA)*. [A quantitative evaluation of the impact of technological and socio-economic factors on the efficiency of agricultural enterprises of the Altai Krai on the basis of methods of Data Envelopment Analysis (DEA) and Stochastic Frontier Analysis (SFA)]. Barnaul, ASU Publ., 2013, vol. 2, 87 p.
14. Murillo-Zamorano L. Economic Efficiency and Frontier Techniques. *Journal of Economic Surveys*, 2004, vol. 18, iss. 1, pp. 33–87. doi: 10.1016/0304-4076(82)90043-4
15. Cook W.D., Tone K., Zhu J. Data Envelopment Analysis: Prior to Choosing a Model. *OMEGA*, 2014, vol. 44, pp. 1–4. doi: 10.1016/j.omega.2013.09.004
16. Porcelli F. Measurement of Technical Efficiency. A Brief Survey on Parametric and Non-Parametric Techniques. University of Warwick Publ., 2009, 26 p. doi: 10.4236/jss.2015.310002
17. Charnes A., Cooper W., Rhodes E. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 1978, vol. 2, pp. 429–444. doi: 10.1016/0377-2217(78)90138-8
18. Deprins D., Simar L., Tulkens H. Measuring Labor Efficiency in Post Offices. The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements. North Holland, 1984, pp. 243–267. doi: 10.1007/978-0-387-25534-7_16
19. Banker R. Estimating Most Productive Scale Size Using Data Envelopment Analysis. *European Journal of Operational Research*, 1984, vol. 17, iss. 1, pp. 35–54. doi: 10.1016/0377-2217(84)90006-7
20. Charnes A., Cooper W., Seiford L., Sturz J. A Multiplicative Model for Efficiency Analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 1982, vol. 16, iss. 5, pp. 223–224. doi: 10.1016/0038-0121(82)90029-5
21. Fedotov Yu.V. [Measuring organizational performance: the features of DEA method (data envelopment analysis)]. *Rossiiskii zhurnal menedzhmenta = Russian Management Journal*, 2012, vol. 10, no. 2, pp. 51–62. (In Russ.)

Conflict-of-interest notification

We, the authors of this article, bindingly and explicitly declare of the partial and total lack of actual or potential conflict of interest with any other third party whatsoever, which may arise as a result of the publication of this article. This statement relates to the study, data collection and interpretation, writing and preparation of the article, and the decision to submit the manuscript for publication.