

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК С ПРИМЕНЕНИЕМ АНАЛИТИЧЕСКОГО МЕТОДА DEA

С. В. ШУТОВА

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 25.05.2026)

В статье автором рассмотрены особенности оценки экономической эффективности инновационных разработок с применением линейного аналитического метода DEA. Апробированы методики финансирования инновационных разработок в отраслях животноводства и растениеводства за счет средств фонда инновационного развития при научно-технологических парках. Результаты использования метода DEA содержат достаточное количество достоверной информации для принятия эффективных управленческих решений. В целом данный метод представляет собой инструмент бенчмаркинга, использование которого позволяет установить наиболее эффективные организационные единицы и выделить из их числа эталоны для неэффективных объектов. Предложено наполнение фонда инновационного развития научно-технологического парка в виде отчислений организациями аграрной сферы на приобретение, внедрение и тиражирование инновационных разработок в сельском хозяйстве республики. Фонды инновационного развития технопарков – это денежные средства, накопленные и формируемые в соответствии с законодательными актами в целях финансирования развития инновационного предпринимательства в научной, научно-технической сферах, организации деятельности и развития материально-технической технопарков и создания условий для осуществления их резидентами инновационной деятельности. Приведен прогноз инновационной активности сельскохозяйственных организаций Могилевской области в зависимости от отчислений в фонд инновационного развития с привлечением новых технологий и приобретенных объектов интеллектуальной собственности.

Ключевые слова: *инновации, DEA-анализ, инновационно активные организации, фонд инновационного развития, эффективность.*

This article examines the specifics of assessing the economic efficiency of innovative developments using the linear analytical method (DEA). Methodologies for financing innovative developments in the livestock and crop production sectors using the innovative development fund at science and technology parks are tested. The results of using the DEA method contain sufficient reliable information for making effective management decisions. Overall, this method is a benchmarking tool that allows for identifying the most effective organizational units and identifying benchmarks for ineffective ones. It is proposed that the innovative development fund of a science and technology park be funded by contributions from agricultural organizations for the acquisition, implementation, and replication of innovative developments in the republic's agriculture sector. Innovative development funds for technology parks are funds accumulated and formed in accordance with legislation to finance the development of innovative entrepreneurship in the scientific and technical fields, the organization of activities and development of the material and technical infrastructure of technology parks, and the creation of con-

ditions for their residents to implement innovative activities. This article presents a forecast of the innovative activity of agricultural organizations in the Mogilev region, based on contributions to the innovative development fund, involving new technologies and acquired intellectual property.

Key words: innovation, DEA analysis, innovative organizations, innovative development fund, efficiency.

Введение. В Республике Беларусь стратегической целью развития сельского хозяйства является получение конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции, сырья и готовой продукции для обеспечения внутреннего рынка и экспортного потенциала, повышения эффективности производственной и экономической деятельности организаций аграрного бизнеса, создание условий для увеличения объема инвестиций и ускоренного освоения инновационных решений в данной сфере.

Инновационные решения в настоящее время активно вовлекаются в экономический оборот, становятся предметом коммерциализации.

Целью данного исследования является выявление и использование линейных методов анализа для прогнозирования и обоснования экономически эффективной финансово-экономической деятельности инновационно активных организаций аграрного бизнеса.

Анализ источников. Изучением аналитических методов оценки эффективности применения инновационных разработок занимается ряд зарубежных исследователей, таких как: У. Купер, Е. Родс, А. Чарнс, М. Фаррелл и др. [1;4;3;2]. Среди отечественных исследователей Н. Р. Полуэктова изучала экономическую эффективность внедрения инноваций. Эти авторы отводили немаловажное место данным понятиям в своих научных трудах.

Основная часть. В ходе проведения исследований использовались общенаучные методы анализа и синтеза, обобщения, аналогии, сравнения, монографический и аналитический методы.

Сложность определения критериев качества инновационных разработок приводит к необходимости применения методов их оценки в сравнении между собой. Для сравнения эффективности инновационных разработок в различных сферах сельского хозяйства на основе определения соотношения затрат и результата можно использовать метод DEA-анализа. Метод DEA (Data Envelopment Analysis – анализ среды функционирования) представляет собой инструмент, с помощью которого по имеющимся данным о деятельности организаций, т. е. имеющимся у нее ресурсам (возможностям), можно построить границы производственных возможностей для рассматриваемых единиц и оценить эффективность их деятельности. Впервые ввели метод DEA А. Чарнс, У. Купер и Е. Родс, ученые, которые использовали для измерения и сопоставления эффективности деятельности организаций ин-

струмент линейного программирования [2, с. 429–444]. Как отмечается в [4, с. 23–40], в основе разработанного А. Чарнсом и его коллегами метода лежат идеи М. Фаррелла.

Метод анализа среды функционирования рассматривает совокупность точек наблюдений, описывающих результаты деятельности обособленных структурных единиц. Абстрактная форма понятия обособленной структурной единицы, которая представляет собой векторы переменных затрат и результат, кроме этого, позволяет применять метод DEA для оценки эффективности деятельности многих организаций, применительно к которым возможно использовать измеримые ресурсные и результирующие переменные [7, с. 67–72]. Метод DEA основан на использовании для достижения данных целей метода линейного программирования. Получаемая в результате применения DEA оценка эффективности деятельности организации представляет собой относительное расстояние в пространстве затрат ресурсов или выпуска продукции, оказания услуг от точки, характеризующей реализованный организацией в j -й сфере производственный план $(x(j), y(j))$, построенный для рассматриваемой совокупности объектов. Соответственно, она показывает степень реализации доступных ей технологических возможностей [3].

Суть метода DEA состоит в определении относительной эффективности, когда результат деятельности объекта сравнивается с максимально возможным результатом при заданном количестве ресурсов или затрат. Об этом писал в своих трудах М. Фаррелл [4], который предложил подход к оценке технической эффективности систем с одним входом и одним выходом, но более широкое распространение метод нашел в 1978 г. в работах ученых А. Чарнса, В. Купера и Е. Родса [2, с. 429–444], заложивших первоначально этот метод в виде базовой модели ССР (модель Чарнса, Купера, Родса).

Исследование показало, что для оценки эффективности сложного объекта в сравнении с другими подобными объектами, которые имеют некоторое количество затрат (m) и результатных (t) показателей, можно построить задачу линейного программирования следующего вида:

$$G_j = \sum_{r=1}^t (x_r y_{rj}) \rightarrow \max, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m} \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m (x_i u_{ij}) = 1, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m} \\ \sum_{r=1}^t (x_r y_{rj}) - \sum_{i=1}^m (x_i u_{ij}) \geq 0, j = \overline{1, n}, i = \overline{1, m} \\ x_i x_r > \varepsilon, i = \overline{1, m}, r = \overline{1, t}, \end{array} \right.$$

где G_j – целевая функция j -й сферы; x_r – искомые значения весо-

вых коэффициентов по видам r -результатов; y_{rj} – количественный показатель r -результата по j -й сфере; x_i – искомые коэффициенты i -го вида затрат, которые максимизируют значение эффективности объекта, оцениваемое по отношению к деятельности других объектов; u_{ij} , – количественный показатель i -го вида затрат по j -й сфере; n – число сфер; m – количество видов затрат; t – количество видов результативных показателей.

Эффективность должна быть определена по Парето – Куперу – Фарреллу и показывать, что функционирование каждого из объектов является полностью эффективным, если ни один из результатов не может быть повышен без повышения одного или более элементов затрат либо понижения других результатов, и наоборот [7, с. 67–72].

Основная цель метода – найти подмножество тех точек, которые создают границу эффективности. Объекты, которые не находятся на границе, являются неэффективными, и метод позволяет определить причины этой неэффективности. Основные данные для анализа и результаты решения оптимизационной задачи, выполненной с помощью пакета анализа табличного процессора EXCEL, сведены в табл. 1.

Таблица 1. Прогнозные показатели платежей от резидентов научно-технологических парков на 2023–2025 гг.

Сфера	Отгруженные инновационные товары и услуги, тыс. руб.	Затраты на технологические инновации, тыс. руб.	G_j	x_r	x_i
Животноводство					
Мясное и молочное скотоводство	252081,32	782,579	0,86	0,000003	0,001278
Свиноводство	26644,48	71,43	0,69	0,000026	0,014
Птицеводство яичное	8173,52	15,21	1,32	0,000162	0,065746
Рыбная промышленность	257,84	0,6342	1,08	0,004174	1,5769
Другие направления животноводства	29168,12	77,21	1,08	0,000037	0,012952
Растениеводство					
Картофелеводство и овощеводство	3673,56	10,48	0,87	0,000236	0,09542
Производство зерновых	12183,88	30,1329	1,17	0,000096	0,03319
Другие направления растениеводства	4618,76	13,34	0,89	0,000192	0,074963
Ремонт машин и оборудования, обслуживание	4695,76	12,01	1,03	0,00022	0,083264
Прочие промышленные производства	8512,36	22,5	0,97	0,000114	0,044444

Примечание. Таблица составлена автором на основе собственных исследований.

Целевая функция G_j достигает единицы для сфер птицеводства яичного, рыбной промышленности, других направлений животноводства, производства зерновых, а также ремонта, обслуживания машин и оборудования, что указывает на эффективное использование затрат на технологические инновации перечисленных сфер аграрной отрасли. Рассмотрев исходные данные, можно утверждать, что это связано с невысокими затратами на технологические инновации, в данной задаче это средства, накопленные в фонде инновационного развития технопарка и направленные на технологические инновации данных сфер аграрного бизнеса. Значение целевой функции G_j для молочного и мясного скотоводства составляет 0,86, что означает, что для достижения значения выручки от реализации продукции равного 252 081,32 тыс. руб., в этой сфере достаточно использовать 673,01 тыс. руб., при отчислениях в фонд инновационного развития в размере 782,58 руб., что составит 86 % затрат от планируемой суммы отчислений в фонд инновационного развития. Эффективная коммерциализация инновации в аграрном бизнесе является одним из ключевых условий сохранения не только конкурентоспособности организаций данной сферы, но и сохранения устойчивого развития республики. Поэтому необходима разработка инструментов, позволяющих оценивать, насколько оптимально используются вложенные в инновационную деятельность ресурсы. Использование таких инструментов возможно при уточнении факторов, например, таких, как: количественной оценки результатов инновационных процессов; соотнесения результатов деятельности организаций с инновационными вложениями и др.

Инструментом, который может спрогнозировать количественную оценку результатов инновационных процессов и соотнесение результатов деятельности организаций с инновационными вложениями, является метод анализа оболочек данных, позволяющий оценивать эффективность деятельности сложных бизнес-моделей в сравнении между собой. Приведенные результаты применения анализа оболочек данных дают возможность оценивать перспективность данного метода в случае пополнения базы статистических данных о затратах и результатах инновационной деятельности по отраслям, регионам и отдельным организациям, в частности в аграрном бизнесе. Результаты исследований могут быть более достоверными при применении их в комплексе с современными методами и организационными практиками, связанными с учетом коммерциализации инноваций. Исследования показывают, что одним из основных факторов, сдерживающих инновационное раз-

витие организаций аграрного бизнеса, является недостаток финансовых ресурсов, поэтому для активизации инновационной деятельности необходимо использовать новые формы и модели финансирования [8, с. 61–70, 5]. Практические рекомендации по функционированию фонда инновационного развития (ФИР) при научно-технологических парках приносят выгоду всем участникам, взаимодействующим в процессе коммерциализации инноваций (табл. 2, 3).

Таблица 2. Прогнозные показатели эффективности использования отчислений организациями на финансирование инновационной деятельности в сфере животноводства по данным 2023 г.

Наименование показателя	Бельничский СПК «Колхоз «Родина»	ОАО «Трилеси-но-Агро»	ОАО «Комсени-чи»	ГП «По-лошково»	ОАО «Мо-гилевский Ленок»	ОАО «Же-лезинский Агро»
Уровень рентабельности организации, %	23,3	33,3	29,5	93,9	29,8	8,6
Нематериальные активы	1	–	–	–	–	–
Молоко цельное: прибыль	5253	1366	431	269	4213	–
убыток	–	–	–	–	–	26
Отчисления в ФИР, тыс. руб.	5,39	56,74	73,30	110,49	96,34	5,28
Прибыль от сокращения сверхнормативного сервис-периода на 15 дней на все количество голов, тыс. руб.	13,67	14,28	10,90	17,28	8,33	8,63

Примечание. Таблица составлена автором на основе собственных исследований.

В результате использования инновационного метода ранней диагностики стельности по молоку (РАГ) увеличение полученной прибыли по отношению к отчислениям в фонд инновационного развития составит от 3 до 81 раза.

Одним из факторов производства, наряду с трудовыми и земельными ресурсами, является капитал, который складывается из совокупной стоимости основных и оборотных средств производства.

Таблица 3. Прогнозные показатели эффективности использования отчислений организациями на финансирование инновационной деятельности в сфере растениеводства по данным 2023 г.

Наименование показателя	Белыничский СПК «Колхоз «Родина»	ОАО «Триле-сино-Агро»	ОАО «Ком-сеничи»	ГП «По-лошково»	ОАО «Мо-гилевский Ленок»	ОАО «Желе-зинский Агро»
Уровень рента-бельности органи-зации, %	23,3	33,3	29,5	93,9	29,8	8,6
Нематериальные активы	1	–	–	–	–	–
Зерновые и бобо-вые (озимые и яровые: прибыль	1088,00	248,00	210,00	7,00	899,00	–
убыток	–	196,00	–	–	–	102,00
Отчисления в ФИР, тыс. руб.	5,39	56,74	73,30	110,49	96,34	5,28
Прибыль (убы-ток) с учетом экономии затрат от внедрения инноваций, тыс. руб.	1234,14	230,36	271,37	141,14	1007,09	–62,04

Примечание. Таблица составлена автором на основе собственных исследований.

Капиталоемкость – это понятие, которое достаточно широко используется в эпоху информационной современности, отражающее размер капиталовложений, приходящихся на производство 1 единицы продукции. Особенностью данного количественного показателя является описание хозяйственного развития и расходов на расширение производства, в том числе и инновационного. Считаем обоснованным выделение таких показателей, как капиталоемкость организационных, технологических, маркетинговых инноваций. Расчет частных показателей капиталоемкости возможно осуществлять путем сопоставления объема капитала, авансированного в рассматриваемый вид инноваций, с величиной экономического эффекта, получаемого от практической реализации этого вида инноваций. Эффект может выражаться в форме прироста объемов производства продукции (работ и услуг), положительных денежных потоков, абсолютных приростов различных показателей прибыли и т. д.

На практике применения инноваций в технологическом процессе производства сельскохозяйственной продукции основным резуль- тативным показателем является прирост объема выпущенной продукции, товаров, услуг в стоимостном выражении.

Следовательно, целесообразно найти отношение величины капитала, вложенного во внедрение технологических инноваций в рамках инновационного процесса, и прироста объема произведенной продукции, работ, услуг в результате проведенных технологических преобразований в стоимостном выражении для измерения капиталоемкости технологических инноваций (табл. 4).

Таблица 4. Прогноз доходности нематериальных активов технологических инноваций в животноводстве и растениеводстве инновационно активных организаций Могилевской области

Наименование показателя	Бельничский СПК «Колхоз «Родина»	ОАО «Три-лесино-Агро»	ОАО «Комсеничи»	ГП «По-лошково»	ОАО «Могилевский Ленок»	ОАО «Железинский Агро»
Отчисления в ФИР, тыс. руб.	5,39	56,74	73,30	110,49	96,34	5,28
Нематериальные активы (на 01.01.2024 г.)	1					
Сфера животноводства						
Увеличение полученной прибыли к отчислениям в ФИР, раз	3	6	11	5	3	81
Нематериальные активы	6,39	56,74	73,30	110,49	96,34	5,28
IK_T – индекс капиталоемкости	0,39	3,97	6,72	6,39	11,56	0,61
$D_{на}$ – доходность нематериальных активов	2,14	0,25	0,15	0,16	0,09	1,64
Сфера растениеводства						
Увеличение полученной прибыли к отчислениям в ФИР, раз	27	3	1	1	1	8
Нематериальные активы	17	16	16	16	16	16
IK_T – индекс капиталоемкости	0,12	0,09	0,26	0,12	0,15	0,40
$D_{на}$ – доходность нематериальных активов	8,60	11,15	3,84	8,38	6,76	2,50

Примечание. Таблица составлена автором на основе собственных исследований.

Определение индекса капиталоемкости инноваций позволяет выявить, какие виды инноваций обладают наименьшей или наибольшей капиталоемкостью, что позволит привлечь краткосрочные доступные источники финансирования инноваций, что способствует пропорциональному распределению и использованию финансовых ресурсов для коммерциализации инноваций в производстве.

Доходность нематериальных активов выше 1 за счет повышения инновационной активности рассматриваемых организаций с учетом привлечения новых технологий и приобретенных объектов интеллектуальной собственности. В результате внедрения инноваций повышается деловая репутация компании (гудвилл) и улучшается финансовое состояние организации.

Заключение. С использованием метода анализа оболочек данных произведена сравнительная оценка эффективности деятельности сложных бизнес-моделей, результаты которой показали, что целевая функция (G_j) достигает единицы для сфер птицеводства яичного, рыбной промышленности, других направлений животноводства, производства зерновых, а также ремонта, обслуживания машин и оборудования, что указывает на эффективное использование затрат на технологические инновации перечисленных сфер аграрной отрасли. Это связано с невысокими затратами на технологические инновации, в данной бизнес-модели это средства, накопленные в фонде инновационного развития научно-технологического парка и направленные на технологические инновации данных сфер аграрного бизнеса. Приведенные результаты применения анализа оболочек данных дают возможность оценивать перспективность данного метода в случае пополнения базы статистических данных о затратах и результатах инновационной деятельности по отраслям, регионам и отдельным организациям, в частности в аграрном бизнесе.

Апробация методик финансирования за счет средств инновационного фонда в отрасли животноводства характеризуется увеличением полученной прибыли по отношению к отчислениям в фонд инновационного развития от 3 до 81 раза, в отрасли растениеводства характеризуется снижением затрат от внедрения автовождения и увеличением полученной прибыли по отношению к отчислениям в фонд инновационного развития от 3 до 27 раз.

Приведенный прогноз инновационной активности в зависимости от отчислений в ФИР с привлечением новых технологий и приобретенных объектов интеллектуальной собственности на примере сельскохо-

зяйственных организаций Могилевской области, отмечает рост инновационной активности (доходности нематериальных активов) в отдельных сельскохозяйственных организациях: в сфере животноводства $D_{\text{на}}$ составил 2,14 в Бельничском СПК «Колхоз «Родина», 1,64 – в ОАО «Железинский Агро». В сфере растениеводства $D_{\text{на}}$ больше единицы во всех рассматриваемых организациях.

Список литературы

1. Charnes A. A multiplicative model for efficiency analysis / A. Charnes, W. W. Cooper, L. M. Seiford and oth. // *Socio-Economic Planning Sciences*. – 1982. – № 16(5). – P. 223–224.
2. Charnes A. Measuring the efficiency of decision making units / A. Charnes, W. W. Cooper, E. Rhodes // *European Journal of Operational Research*. – 1978. – № 2. – P. 429–444.
3. Cooper W. W., Seiford L. M., Zhu J. (eds.). 2004. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. Kluwer-Nijhoff Publishing: BostonDordrecht-Lancaster.
4. Farrell M. J. The measurement of productive efficiency / M. J. Farrell // *Journal of the Royal Statistical Society*. – 1957. – Series A, 120. – P. 253–281.
5. Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры: Указ Президента Респ. Беларусь, 3 янв. 2007 г., № 1 // *Бизнес-Инфо: Беларусь* / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.
6. Об утверждении Положения о порядке создания субъектов инновационной инфраструктуры. Указ Президента Республики Беларусь 3 января 2007 г. № 1 Изменения и дополнения: Указ Президента Республики Беларусь от 12 марта 2018 г. № 105 // *Бизнес-Инфо: Беларусь* / ООО «Профессиональные правовые системы», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2026.
7. Полуэктова, Н. Р. Анализ эффективности внедрения инноваций в аграрном производстве // *Экономика и управление: теория и практика*. – 2018. – Т.4, № 4 (Ч. 1). – С. 67–72.
8. Шутова, С. В. Участие организаций аграрного бизнеса в формировании фонда инновационного развития научно-технологического парка Республики Беларусь / С. В. Шутова // *Аграр. экономика*. – 2022. – № 11. – С. 61–70.