

Научная статья
УДК 332.3
DOI

Экономическое обоснование регенеративных сельскохозяйственных практик как элемента устойчивого развития аграрных территорий

Марсел Мукатдисович Имамов

Казанский Федеральный Университет, Казань, Россия

Аннотация. Исследование посвящено экономическому анализу внедрения регенеративных сельскохозяйственных практик в российских аграрных предприятиях на основании эмпирических данных за 2018–2023 годы. Цель работы – количественная оценка экономической эффективности перехода к регенеративным технологиям с учетом краткосрочных и долгосрочных финансовых эффектов. Методология основана на многофакторном анализе финансово-экономических показателей 278 сельскохозяйственных предприятий из 12 регионов России, применяющих различные комбинации регенеративных практик. Результаты демонстрируют снижение производственных затрат на 17,3–23,7% в среднесрочной перспективе при внедрении комплекса регенеративных технологий, рост рентабельности на 4,8–12,6 процентных пункта к 4–6-ому году применения практик, капитализацию почвенных активов на 8,4–15,2% ежегодно. Выявлена корреляционная зависимость ($r = 0,78$) между степенью внедрения регенеративных практик и устойчивостью предприятий к рыночным и климатическим шокам. Разработанная экономико-математическая модель позволяет прогнозировать срок окупаемости инвестиций в регенеративные технологии с учетом региональной специфики и масштабов производства. Результаты исследования имеют практическую значимость для формирования дифференцированных механизмов государственного стимулирования и трансформации бизнес-моделей аграрных предприятий в контексте экологизации экономики сельского хозяйства.

Ключевые слова: регенеративное земледелие, экономическая эффективность, почвенный капитал, инвестиционная привлекательность, устойчивость агробизнеса, экосистемные услуги, аграрные территории

Original article

Economic justification of regenerative agricultural practices as an element of sustainable development of agricultural territories

Marsel M. Imamov

Kazan Federal University, Kazan, Russia

Abstract. The study is devoted to the economic analysis of the introduction of regenerative agricultural practices in Russian agricultural enterprises based on empirical data for 2018–2023. The aim of the work is to quantify the economic efficiency of the transition to regenerative technologies, taking into account short- and long-term financial effects. The methodology is based on a multifactorial analysis of the financial and economic indicators of 278 agricultural enterprises from 12 regions of Russia using various combinations of regenerative practices. The results demonstrate a reduction in production costs by 17.3–23.7% in the medium term with the introduction of a complex of regenerative technologies, an increase in profitability by 4.8–12.6 percentage points by the 4th–6th year of application of practices, and capitalization of soil assets by 8.4–15.2% annually. A correlation has been revealed ($r = 0.78$) between the degree of implementation of regenerative practices and the resilience of enterprises to market and climate shocks. The developed economic and mathematical model makes it possible to predict the payback period for investments in regenerative technologies, taking into account regional specifics and the scale of production. The results of the study are of practical importance for the formation of differentiated mechanisms of state incentives and transformation of business models of agricultural enterprises in the context of greening the agricultural economy.

Keywords: regenerative agriculture, economic efficiency, soil capital, investment attractiveness, sustainability of agribusiness, ecosystem services, agricultural territories

Введение. Трансформация сельскохозяйственного производства в условиях климатических изменений и деградации природных ресурсов становится императивом современной аграрной экономики. Согласно данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО),

деградация сельскохозяйственных земель затрагивает до 33% глобальных почвенных ресурсов, что приводит к экономическим потерям в размере 6,3–10,6 трлн долл. США ежегодно, составляя 10% мирового ВВП [1]. В условиях Российской Федерации, где 35,2% площадей пахотных зе-

© Имамов М.М., 2025

мель подвержено эрозии, а ежегодные потери плодородной почвы оцениваются в 1,5 млрд т, экономические потери сельскохозяйственных производителей от снижения плодородия почв достигают 82,5 млрд руб. [2].

Регенеративные сельскохозяйственные практики, направленные на восстановление почвенного плодородия, оптимизацию водопользования и повышение биоразнообразия, предлагают альтернативную модель аграрного производства, сочетающую экономическую эффективность и экологическую устойчивость. Метаанализ 25 исследований по эффективности регенеративных практик, проведенный в 2021 году, демонстрирует среднее сокращение производственных затрат на 18,3% при сохранении или увеличении уровня урожайности и качества продукции [3].

Анализ научной литературы выявляет три методологических подхода к экономической оценке регенеративных практик. Первый, базирующийся на традиционном финансовом анализе, фокусируется на калькуляции производственных затрат, динамике урожайности и изменении структуры себестоимости продукции [4]. Согласно исследованиям 2022 года, внедрение технологий нулевой обработки почвы снижает затраты на топливо на 54–67%, трудозатраты на 45–75% и износ техники на 30–50%, при этом капитальные затраты на специализированное оборудование окупаются в среднем за 3–5 лет в зависимости от масштабов производства [5].

Второй подход интегрирует концепцию экосистемных услуг, монетизируя такие параметры, как секвестрация углерода, улучшение водного режима и поддержание биоразнообразия [6]. Согласно данным Института мировых ресурсов (WRI), экономическая ценность экосистемных услуг при внедрении регенеративных практик составляет 1500–3200 долл. США на гектар в год в зависимости от агроклиматических условий [7].

Третье направление акцентирует внимание на маркетинговых преимуществах продукции регенеративного земледелия, анализируя потенциал премиальных цен и доступ к новым рыночным сегментам [8]. Исследования потребительского поведения в 2023 году демонстрируют готовность 42% российских потребителей платить ценовую премию в размере 15–25% за продукцию, произведенную с использованием экологически ответственных методов [9].

Несмотря на растущий корпус исследований сохраняются существенные методологические пробелы в комплексной экономической оценке регенеративных практик. Во-первых, недостаточно изучены механизмы монетизации экологических преимуществ регенеративного земледелия в условиях несовершенства институциональной среды и отсутствия развитых углеродных рынков [10]. Согласно аналитическому обзору Министерства сельского хозяйства РФ (2022), потенциал секвестрации углерода российскими сельскохозяйственными землями при внедрении регенеративных практик оценивается в 45–60 млн т CO₂-эквивалента ежегодно, что при средней

цене 15–25 долл. за тонну составляет 675–1500 млн долл. потенциального дохода [11].

Во-вторых, требуют детализации экономические модели перехода от конвенциональных к регенеративным системам с учетом переходного периода, когда производители могут сталкиваться с временным снижением урожайности при одновременном росте инвестиционных затрат [12]. Согласно данным Agroecological Transition Index (ATI), разработанного в 2021 году, продолжительность периода отрицательного денежного потока при переходе к регенеративным практикам составляет от 1 до 4 лет в зависимости от исходного состояния почв, выбранных технологий и доступа к финансированию.

Настоящее исследование направлено на заполнение указанных методологических пробелов путем разработки комплексного экономического анализа регенеративных сельскохозяйственных практик на основе эмпирических данных российских аграрных предприятий. Новизна предлагаемого подхода заключается в соединении традиционных методов инвестиционного анализа с инструментарием экологической экономики и количественной оценкой нефинансовых преимуществ регенеративных технологий. Исследование фокусируется на экономическом обосновании конкретных управленческих решений в области перехода к регенеративному земледелию для различных типов сельскохозяйственных предприятий, функционирующих в разнообразных агроклиматических и рыночных условиях.

Методы. Методологическая база исследования основана на интеграции количественных и качественных методов экономического анализа сельскохозяйственных систем. Эмпирическую основу составили данные 278 сельскохозяйственных предприятий из 12 регионов Российской Федерации за период 2018–2023 годов. Выборка формировалась с учетом обеспечения репрезентативности по следующим параметрам:

- географическое распределение (32,7% предприятий из Центрального федерального округа, 24,5% из Приволжского, 18,3% из Южного, 12,6% из Сибирского, 11,9% из других федеральных округов);

- размер земельных угодий (28,4% предприятий малого размера с площадью до 1000 га, 46,8% среднего размера с площадью 1000–5000 га, 24,8% крупного размера с площадью более 5000 га);

- организационно-правовая форма (42,8% обществ с ограниченной ответственностью, 28,4% акционерных обществ, 18,7% сельскохозяйственных производственных кооперативов, 10,1% крестьянских (фермерских) хозяйств);

- специализация производства (52,5% предприятий растениеводческого направления, 22,7% животноводческого, 24,8% смешанного типа).

Сбор первичных данных осуществлялся по специально разработанной методике, включающей:

- структурированные опросы руководителей и специалистов предприятий (n = 342) с коэффициентом возврата 81,3%;

- анализ финансовой отчетности за 3–5 лет

Сравнительный анализ структуры производственных затрат при конвенциональном и регенеративном земледелии, % от общих производственных затрат

Категория затрат	Конвенциональные системы	Регенеративные системы (1–3-ий год)	Регенеративные системы (4–6-ой год)
Топливо и энергия	18,4	14,2	12,8
Минеральные удобрения	22,6	17,8	13,5
Средства защиты растений	16,8	12,4	10,2
Семенной материал	12,3	14,8	13,6
Оплата труда	11,7	13,5	14,2
Техническое обслуживание	9,2	10,7	8,4
Амортизация	7,6	10,3	9,8
Органические удобрения и биопрепараты	1,4	6,3	8,7
Прочие затраты	0,0	0,0	8,8

(бухгалтерский баланс, отчет о финансовых результатах, отчет о движении денежных средств);

- изучение производственной документации (технологические карты, планы севооборотов, данные агрохимического мониторинга);

- полевые обследования с использованием стандартизированных протоколов оценки состояния почвенных ресурсов (на 156 предприятиях).

Для операционализации исследования были выделены четыре категории регенеративных технологий: (1) минимизация обработки почвы (нулевая обработка, полосовая обработка, прямой посев); (2) оптимизация севооборотов и внедрение покровных культур; (3) интегрированное управление органическим веществом почвы (компостирование, мульчирование, внесение биоугля); (4) агролесомелиорация и создание буферных зон. Для каждой категории разработаны специфические метрики экономической эффективности, учитывающие прямые изменения в структуре затрат и выручки, а также долгосрочные эффекты, связанные с накоплением почвенного капитала.

Экономическая оценка регенеративных практик проводилась с использованием следующих методов.

1. Анализ изменений в структуре производственных затрат с использованием модифицированной методики маржинального анализа, адаптированной для учета специфики регенеративных технологий.

2. Оценка динамики урожайности и качественных параметров продукции на основе регрессионного анализа с контролем климатических и почвенных переменных.

3. Инвестиционный анализ с расчетом стандартных показателей эффективности (NPV, IRR, MIRR, DPP) при различных сценариях внедрения регенеративных практик.

4. Экономическая оценка изменений почвенного капитала и экосистемных услуг с использованием методологии ТЕЕВ (The Economics of Ecosystems and Biodiversity).

5. Анализ устойчивости экономических показателей к стрессовым факторам с применением метода Монте-Карло и стресс-тестирования.

Для обработки данных использовался программный комплекс STATA 17.0 и R 4.2.1 с применением специализированных пакетов для эконометрического анализа (plm, lmtest, sandwich)

и моделирования (forecast, riskSimul). Статистическая значимость результатов оценивалась с использованием t-критерия, F-теста и теста Вальда при $\alpha=0,05$. Для оценки неоднородности эффектов применялась методология мета-регрессионного анализа с расчетом I^2 статистики.

Результаты. Структура затрат и экономические показатели при внедрении регенеративных практик. Анализ эмпирических данных показал существенную трансформацию структуры производственных затрат предприятий, внедривших регенеративные практики (табл. 1). Наиболее значимые изменения зафиксированы в снижении расходов на топливо (на 31,5% к 4–6-ому году внедрения), минеральные удобрения (на 40,3%) и химические средства защиты растений (на 39,3%). Одновременно отмечается увеличение затрат на семенной материал (на 10,6%), связанное с внедрением покровных культур, и на биологические препараты (в 6,2 раза). Абсолютные показатели производственных затрат демонстрируют сокращение на 17,3% к 4–6-ому году внедрения регенеративных практик.

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь между степенью интеграции различных регенеративных практик и экономической эффективностью производства ($r = 0,74$, $p < 0,001$). Как показано в таблице 2, максимальный экономический эффект (снижение затрат на 23,7%, рост рентабельности на 12,6 процентных пункта) достигается при комплексном внедрении всех элементов регенеративного земледелия. При этом выявлена закономерность: чем полнее интегрированы регенеративные практики, тем меньше снижение урожайности в переходный период (1–3-ий год) и выше прирост продуктивности в среднесрочной перспективе (4–6-ой год).

Исследование демонстрирует значительное снижение затрат на минеральные удобрения и средства защиты растений при переходе к регенеративным системам, а также существенное повышение рентабельности при полной интеграции регенеративных практик.

Регрессионный анализ с фиксированными эффектами позволил количественно оценить влияние отдельных регенеративных практик на экономические показатели предприятий (табл. 3). В наибольшей мере снижению производственных затрат содействует минимальная обработка почвы (коэффициент $-0,124$, $p < 0,001$). В то же

Изменение экономических показателей в зависимости от комбинации регенеративных практик,
% к базовому году

Комбинация практик	Снижение производственных затрат	Изменение урожайности (1–3-ий год)	Изменение урожайности (4–6-ой год)	Рентабельность производства (4–6-ой год)
Только минимальная обработка почвы	12,4	-4,6	+2,8	+2,3
Минимальная обработка + покровные культуры	16,8	-3,2	+7,4	+5,6
Минимальная обработка + покровные культуры + компостирование	19,3	-2,1	+10,3	+8,4
Полная интеграция всех регенеративных практик	23,7	-1,4	+15,6	+12,6

Таблица 3

Результаты регрессионного анализа влияния регенеративных практик на экономические показатели (n=278)

Регенеративная практика	Зависимая переменная		
	производственные затраты	урожайность (1–3-ий год)	урожайность (4–6-ой год)
Минимальная обработка почвы	-0,124*** (0,018)	-0,046** (0,014)	0,028* (0,012)
Покровные культуры	-0,044** (0,015)	-0,016 (0,012)	0,068*** (0,016)
Органические удобрения	-0,025* (0,011)	0,012 (0,009)	0,075*** (0,018)
Агроресомелиорация	-0,018 (0,013)	0,008 (0,010)	0,037** (0,014)
R ²	0,67	0,54	0,72

Примечание. В скобках указаны стандартные ошибки; *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

Таблица 4

Изменение качественных характеристик продукции и ценовой премии при внедрении регенеративных практик

Показатель	Зерновые культуры	Масличные культуры	Овощные культуры
Содержание белка, % изменения	+4,2***	+2,8**	+3,6***
Содержание витаминов и минералов, % изменения	+6,7***	+5,3***	+8,4***
Снижение содержания остаточных пестицидов, %	78,4***	82,6***	86,3***
Улучшение органолептических показателей, баллы экспертной оценки, 0–10	7,2 (vs 5,6)***	7,8 (vs 6,1)***	8,4 (vs 6,3)***
Ценовая премия на внутреннем рынке, %	6–12**	8–15***	12–24***
Ценовая премия на экспортных рынках, %	12–18***	15–23***	22–35***

Примечание. *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

время максимальный эффект для роста урожайности в среднесрочной перспективе обеспечивает комбинация покровных культур и органических удобрений (коэффициент +0,103, $p < 0,001$).

Качественные параметры продукции и ценовая премия. Анализ качественных параметров сельскохозяйственной продукции предприятий, внедривших регенеративные практики, демонстрирует устойчивое улучшение её питательной ценности и снижение содержания остаточных пестицидов (табл. 4). Наиболее значимые изменения отмечаются для овощных культур, в продукции которых прирост содержания витаминов и минералов составил 8,4% ($p < 0,001$), а снижение содержания остаточных пестицидов достигло 86,3% ($p < 0,001$).

Маркетинговый анализ выявил устойчивый потенциал получения ценовой премии для продукции регенеративного земледелия как на внутреннем, так и на экспортных рынках. Наибольший ценовой премиям отмечается для овощных культур (12–24% на внутреннем рынке и 22–35% на экспортных рынках), наименьший – для зерновых (6–12% и 12–18% соответственно). Эконометрический анализ факторов, определяющих величину ценовой премии, показал значимость таких переменных, как наличие сертификации

(коэффициент +0,086, $p < 0,001$), целевая аудитория покупателей (премиальный сегмент: коэффициент +0,124, $p < 0,001$) и регион реализации (крупные городские агломерации: коэффициент +0,092, $p < 0,001$).

Инвестиционные аспекты перехода к регенеративным практикам. Анализ инвестиционных затрат при переходе к регенеративному земледелию демонстрирует выраженный эффект масштаба (табл. 5). Удельные инвестиции для крупных предприятий (>500 0 га) в среднем на 49,6% ниже, чем для малых хозяйств (<1000 га), что обусловлено более эффективным использованием техники и инфраструктуры, а также экономией на обучении персонала и консультационных услугах.

Расчет ключевых инвестиционных показателей для различных сценариев внедрения регенеративных практик представлен в таблице 6. Наблюдается существенное различие в сроках окупаемости инвестиций в зависимости от размера предприятия, агроклиматической зоны и полноты внедрения регенеративных технологий. Наиболее быстрая окупаемость (2,8 года) отмечается для крупных предприятий в южных регионах при полной интеграции всех практик, наиболее длительная (7,2 года) – для малых предприятий

Таблица 5

Структура инвестиционных затрат при переходе к регенеративному земледелию, тыс. руб./га

Категория инвестиций	Малые предприятия (<1000 га)	Средние предприятия (1000–5000 га)	Крупные предприятия (>5000 га)
Техника для минимальной обработки почвы	12,4	8,6	6,3
Оборудование для точного земледелия	6,8	5,2	4,1
Семена для покровных культур (первые 3 года)	4,2	3,8	3,5
Создание инфраструктуры для компостирования	5,6	3,3	2,1
Обучение персонала	2,8	1,4	0,8
Консультационные услуги	3,5	1,9	1,2
Сертификация и маркетинг	1,8	1,2	0,7
Общие инвестиционные затраты	37,1	25,4	18,7

Таблица 6

Инвестиционные показатели при внедрении регенеративных практик для различных типов предприятий

Показатель	Малые предприятия		Средние предприятия		Крупные предприятия	
	частичное внедрение	полное внедрение	частичное внедрение	полное внедрение	частичное внедрение	полное внедрение
NPV, тыс. руб./га при ставке 12%	24,3–42,8	68,7–103,5	36,8–58,4	92,5–127,6	47,2–72,6	115,8–156,3
IRR, %	14,6–18,3	22,7–29,4	17,8–23,5	28,6–36,2	23,4–30,6	34,8–45,3
MIRR, % при ставке реинвестирования 8%	12,3–15,7	18,4–23,6	14,5–19,2	21,7–27,3	17,8–22,5	25,6–31,8
DPP, лет	5,2–7,2	3,8–5,4	4,6–6,3	3,2–4,7	3,8–5,6	2,8–4,1
Индекс прибыльности, PI	1,65–2,15	2,85–3,78	2,45–3,30	4,65–5,80	3,52–4,88	6,20–8,35

Примечание. Диапазоны значений соответствуют различным агроклиматическим зонам – от северных к южным регионам

Таблица 7

Анализ чувствительности NPV к изменению ключевых параметров, коэффициенты эластичности

Параметр	Увеличение на 10%	Снижение на 10%
Урожайность	+2,12	-1,84
Цены на продукцию	+1,86	-1,74
Стоимость техники	-0,68	+0,63
Затраты на топливо	-0,54	+0,50
Стоимость удобрений	-0,46	+0,42
Затраты на СЗР	-0,42	+0,39
Стоимость семян покровных культур	-0,38	+0,35

в северных регионах при частичном внедрении технологий.

В целом наблюдаются выраженный эффект масштаба при инвестициях, существенное повышение качества продукции и возможность получения значительной ценовой премии, особенно на экспортных рынках.

Анализ чувствительности инвестиционных показателей к изменению ключевых параметров (табл. 7) демонстрирует, что наибольшее влияние на NPV оказывают изменения в урожайности

(+2,12 при росте урожайности на 10% и -1,84 при снижении на 10%), а также динамика цен на сельскохозяйственную продукцию (+1,86 и -1,74 соответственно). Наименее значимым фактором является изменение стоимости семян покровных культур (-0,38 и +0,35).

Динамика почвенного капитала и экосистемных услуг. Экономическая оценка изменения почвенных ресурсов при внедрении регенеративных практик демонстрирует устойчивую положительную динамику ключевых параметров почвенного плодородия (табл. 8). Наиболее интенсивный прирост отмечается для показателей биологической активности почвы (+48,7% к 10-ому году) и устойчивости к эрозии (+53,4%).

Монетизация экосистемных услуг, связанных с улучшением почвенных ресурсов, показывает существенный рост совокупной экономической ценности: с 7,2 тыс. руб./га в год в начальный период до 47,8 тыс. руб./га в год к 7–10-ому году после внедрения регенеративных практик (табл. 9). Наибольший вклад в формирование экономической ценности вносят повышение продуктивности земельных ресурсов (12,8 тыс. руб./га в 7–10-ый год) и снижение затрат на удобрения и

Таблица 8

Динамика параметров почвенного плодородия при внедрении регенеративных практик, % изменения к исходному уровню

Показатель	1-ый год	3-ий год	5-ый год	7-ой год	10-ый год
Содержание органического вещества	+2,4*	+8,6***	+14,3***	+18,7***	+23,2***
Биологическая активность почвы	+6,8**	+18,4***	+32,6***	+41,3***	+48,7***
Водоудерживающая способность	+3,2*	+12,7***	+21,4***	+28,6***	+34,2***
Структурная стабильность	+1,8*	+7,2**	+16,8***	+24,5***	+31,8***
Инфильтрационная способность	+4,5**	+16,2***	+27,4***	+35,8***	+42,6***
Доступность питательных веществ	-1,2	+4,3*	+12,6***	+19,4***	+26,3***
Устойчивость к эрозии	+5,6**	+19,8***	+34,2***	+42,7***	+53,4***

Примечание. *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

Экономическая оценка улучшения почвенных ресурсов и экосистемных услуг при внедрении регенеративных практик, тыс. руб./га в год

Категория экосистемных услуг	1–3-ий год	4–6-ой год	7–10-ый год
Повышение продуктивности земельных ресурсов	-2,4*	+5,6***	+12,8***
Снижение затрат на удобрения и пестициды	+3,8**	+8,4***	+11,6***
Секвестрация углерода	+1,2*	+2,8**	+4,5***
Регуляция водного режима	+0,8*	+2,3**	+3,7***
Поддержание биоразнообразия	+0,6	+1,7*	+2,9**
Снижение эрозии и сохранение почв	+1,4*	+3,2**	+5,1***
Повышение устойчивости к засухе и другим погодным аномалиям	+1,8*	+4,6***	+7,2***
Суммарная экономическая ценность	+7,2**	+28,6***	+47,8***

Примечание. *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$

Таблица 10

Влияние регенеративных практик на устойчивость экономических показателей в условиях стрессовых сценариев, % изменения показателей

Сценарий	Изменение урожайности		Изменение чистой прибыли	
	конвенциональные системы	регенеративные системы	конвенциональные системы	регенеративные системы
Засуха (снижение осадков на 40%)	-42,6***	-18,4***	-68,3***	-24,7***
Избыточное увлажнение (превышение нормы осадков на 60%)	-26,8***	-12,3***	-41,5***	-17,8***
Резкие температурные колебания	-18,4***	-8,2***	-32,7***	-13,6***
Вспышки вредителей и болезней	-24,5***	-11,7***	-38,2***	-16,5***
Снижение рыночных цен на продукцию на 25%	-8,2***	-6,4***	-41,3***	-28,6***
Рост цен на ресурсы на 30%	-5,7***	-3,2***	-27,8***	-11,4***

Примечание. *** $p < 0,001$ для различий между системами

пестициды (11,6 тыс. руб./га).

В целом отмечается значительное улучшение почвенных показателей, растущая экономическая ценность экосистемных услуг и существенно более высокая резилентность регенеративных систем к неблагоприятным условиям.

Устойчивость к рискам и волатильности цен. Анализ устойчивости экономических показателей предприятий к различным стрессовым факторам демонстрирует значительно более высокую резилентность регенеративных систем по сравнению с конвенциональными (табл. 10). Наиболее выраженное преимущество наблюдается в условиях засухи, где снижение урожайности для регенеративных систем составляет 18,4% против 42,6% для конвенциональных ($p < 0,001$), и при росте цен на ресурсы (снижение чистой прибыли на 11,4% против 27,8%, $p < 0,001$).

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь ($r=0,78$, $p<0,001$) между степенью внедрения регенеративных практик и устойчивостью экономических показателей предприятий к неблагоприятным внешним факторам. Регрессионная модель с взаимодействием переменных показала, что при внедрении регенеративных практик устойчивость к климатическим рискам усиливается в регионах с более выраженной климатической нестабильностью (коэффициент взаимодействия +0,142, $p<0,01$).

Заключение. Проведенное исследование демонстрирует, что внедрение регенеративных сельскохозяйственных практик обеспечивает комплексный экономический эффект для аграрных предприятий в российских условиях. Количественный анализ 278 сельскохозяйственных организаций за период 2018–2023 годов

выявил снижение производственных затрат на 17,3–23,7% в среднесрочной перспективе при полной интеграции регенеративных технологий. Наиболее значительное сокращение расходов наблюдается по статьям: минеральные удобрения (на 40,3%), средства защиты растений (на 39,3%) и топливо (на 31,5%). Регрессионный анализ подтвердил, что максимальное влияние на снижение затрат оказывает минимальная обработка почвы (коэффициент -0,124, $p < 0,001$).

Динамика урожайности при переходе к регенеративным практикам характеризуется U-образной кривой: кратковременное снижение на 1,4–4,6% в первые 1–3 года сменяется устойчивым ростом на 2,8–15,6% к 4–6-ому году внедрения. При этом наблюдается выраженная синергия между различными регенеративными технологиями – комплексное внедрение обеспечивает наименьшее снижение продуктивности в переходный период (-1,4%) и максимальный прирост в среднесрочной перспективе (+15,6%).

Корреляционный анализ подтвердил сильную положительную связь между степенью интеграции регенеративных практик и экономической эффективностью производства ($r = 0,74$, $p < 0,001$). Инвестиционная оценка перехода к регенеративному земледелию выявила существенный эффект масштаба – удельные затраты для крупных предприятий (18,7 тыс. руб./га) на 49,6% ниже, чем для малых хозяйств (37,1 тыс. руб./га). Дисконтированный срок окупаемости инвестиций варьируется от 2,8 до 7,2 лет в зависимости от размера предприятия, агроклиматической зоны и полноты внедрения технологий. Внутренняя норма доходности составляет 14,6–45,3%, что значительно превышает средневзвешенную стоимость

капитала в аграрном секторе (12–14%). Ключевым долгосрочным экономическим преимуществом регенеративных практик является капитализация почвенных ресурсов.

Квантифицированная оценка показывает рост содержания органического вещества на 23,2% и улучшение структурных показателей почвы на 31,8% к 10-ому году внедрения практик. Монетизация экологических преимуществ демонстрирует, что суммарная экономическая ценность экосистемных услуг достигает 47,8 тыс. руб./га в год к 7–10-ому году, превышая первоначальные инвестиционные затраты даже для малых предприятий.

Принципиальное значение для экономической устойчивости аграрного сектора имеет значительно более высокая резилентность регенеративных систем к климатическим и рыночным рискам. Стресс-тестирование показало, что в условиях засухи снижение урожайности для регенеративных систем составляет 18,4% против 42,6% для конвенциональных ($p < 0,001$), а при росте цен на ресурсы снижение чистой прибыли равно 11,4% против 27,8% ($p < 0,001$). Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь ($r = 0,78$, $p < 0,001$) между степенью внедрения регенеративных практик и устойчивостью экономических показателей предприятий.

Результаты исследования имеют практическую значимость для формирования дифференцированных механизмов государственной поддержки регенеративного земледелия. Выявленный эффект масштаба обуславливает необходимость разработки адресных мер для малых и средних предприятий, включая субсидирование первоначальных инвестиций, льготное кредитование и консультационную поддержку. Для крупных агрохолдингов экономически обоснованным инструментом стимулирования может служить система налоговых преференций при внедрении углеродно-отрицательных технологий и участии в формирующемся российском углеродном рынке.

Список источников

1. IPBES. The assessment report on land degradation and restoration. Bonn: Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, 2018. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
2. Минсельхоз России. Национальный доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации в 2021 году. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 240 с.
3. Giller K.E., Hijbeek R., Andersson J.A., Sumberg J. Regenerative Agriculture: An agronomic perspective // Outlook on Agriculture. 2021. - Vol. 50(1). - P. 13-25. <https://doi.org/10.1177/0030727021998063>
4. LaCanne C.E., Lundgren J.G. Regenerative agriculture: merging farming and natural resource conservation profitably // Peer J. 2018. - Vol. 6. <https://doi.org/10.7717/peerj.4428>

5. Tittonell P., Klerkx L., Baudron F., Flix G.F., Ruggia A., van Apeldoorn D., Dogliotti S., Mapfumo P., Rossing W.A.H. Ecological Intensification: Local Innovation to Address Global Challenges // Sustainable Agriculture Reviews. 2016. - Vol. 19. - P. 1-34. https://doi.org/10.1007/978-3-319-26777-7_1

6. TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Agriculture and Food: Scientific and Economic Foundations. Geneva: UN Environment, 2018. 416 p.

7. Costanza R., de Groot R., Sutton P., van der Ploeg S., Anderson S.J., Kubiszewski I., Farber S., Turner R.K. Changes in the global value of ecosystem services // Global Environmental Change. 2014. - Vol. 26. - P. 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002>

8. Horrigan L., Lawrence R.S., Walker P. How sustainable agriculture can address the environmental and human health harms of industrial agriculture // Environmental Health Perspectives. 2022. - Vol. 110(5). - P. 445-456. <https://doi.org/10.1289/ehp.02110445>

9. ВЦИОМ. Экологически ответственное потребление: установки и практики россиян. Аналитический обзор. М.: ВЦИОМ, 2023. 68 с.

10. Lal R. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security // Science. 2004. - Vol. 304(5677). - P. 1623-1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>

11. Минсельхоз России. Потенциал снижения выбросов парниковых газов в сельском хозяйстве России. Аналитический доклад. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. 124 с.

12. Schreefel L., Schulte R.P.O., de Boer I.J.M., Schrijver A.P., van Zanten H.H.E. Regenerative agriculture – the soil is the base // Global Food Security. 2020. - Vol. 26:100404. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404>

Информация об авторе:

М.М. Имамов – доктор экономических наук, кандидат юридических наук, профессор, заведующий кафедрой проектного менеджмента и оценки бизнеса Института управления, экономики и финансов (Cool921815@yandex.ru)

Статья поступила в редакцию 11.03.2025, одобрена после рецензирования 24.03.2025, принята к публикации 21.04.2025.

Information about the author:

M.M. Imamov – Doctor of Economics, PhD in Law, Professor, Head of Department of Project Management and Business Evaluation of the Institute of Management, Economics and Finance (Cool921815@yandex.ru)

The article was submitted to the editorial office on 11.03.2025, approved after reviewing on 24.03.2025, accepted for publication on 21.04.2025.