

DOI: 10.58168/EarthDay2026_131-141

УДК 332.3

МНОГОМЕРНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ЗОНАХ РОССИИ

MULTIDIMENSIONAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL LAND USE EFFECTIVENESS IN VARIOUS AGROCLIMATIC ZONES OF RUSSIA

Суховерхов О.С., аспирант кафедры **Sukhoverkhov O.S.**, Postgraduate
экологии, защиты леса и лесного Student of the Department of Ecology,
охотоведения, ФГБОУ ВО Forest Protection, and Forestry,
«Воронежский государственный Voronezh State University of Forestry
лесотехнический университет имени and Technologies named after
Г.Ф. Морозова», Воронеж, Россия G.F. Morozov, Voronezh, Russia

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ эффективности использования сельскохозяйственных земель в трёх контрастных агроклиматических зонах Российской Федерации: Черноземье (Курская область), Нечерноземье (усреднённые показатели по Центральному федеральному округу) и Засушливая зона (Оренбургская область). Для многомерного сопоставления применена лепестковая (радарная) диаграмма по восьми показателям, включающим урожайность, стабильность, эродированность, энергоэффективность, содержание гумуса, рентабельность, долю орошаемых земель и экологический индекс. Выявлено, что высокая продуктивность Черноземья сопряжена с экологическими издержками и нестабильностью, тогда как засушливые регионы при низкой урожайности демонстрируют устойчивость и адаптивность. Сделан вывод о необходимости перехода от одномерных показателей к многомерным системам оценки для обоснования региональной земельной политики.

Abstract. The article presents a comparative analysis of the efficiency of agricultural land use in three contrasting agro-climatic zones of the Russian Federation: the Chernozem region (Kursk Oblast), the Non-Chernozem region (average indicators for

the Central Federal District), and the Arid zone (Orenburg Oblast). A petal (radar) diagram was used for multidimensional comparison based on eight indicators, including yield, stability, erosion, energy efficiency, humus content, profitability, the share of irrigated land, and the ecological index. It has been revealed that the high productivity of the Chernozem region is associated with environmental costs and instability, while arid regions demonstrate sustainability and adaptability despite their low yields. The study concludes that it is necessary to transition from one-dimensional indicators to multidimensional assessment systems in order to justify regional land policy.

Ключевые слова: эффективность землепользования, лепестковая диаграмма, Черноземье, Нечерноземье, засушливая зона, агроклиматическое районирование, устойчивость земледелия.

Keywords: land use efficiency, petal diagram, Chernozem region, Non-Chernozem region, arid zone, agro-climatic zoning, and agricultural sustainability.

Введение

Оценка эффективности сельскохозяйственного использования земель традиционно сводится к показателю урожайности основных культур. Такой подход, однако, обладает существенными ограничениями, поскольку не учитывает ни устойчивость производства во времени, ни экологические последствия интенсивной обработки, ни экономическую отдачу на гектар, ни адаптационные возможности регионов. Особенно остро эта проблема проявляется при межрегиональных сравнениях, где природно-климатические условия изначально различны, а прямое сопоставление урожайности некорректно.

Цель работы — на примере трёх типичных агроклиматических зон России (Черноземье, Нечерноземье, Засушливая зона) построить многомерную лепестковую диаграмму эффективности землепользования и выявить скрытые закономерности, не очевидные при анализе отдельных показателей. Для достижения этой цели решаются следующие задачи: отбор репрезентативных регионов-представителей каждой зоны, сбор и нормализация восьми разноплановых показателей за период 2022–2024 гг., построение визуальной модели сравнения и интерпретация полученных профилей.

Обзор литературы

Теоретико-методологические основы исследования депрессивных регионов, предложенные Яковенко и Поросенковым [2013], позволяют отнести значительную

часть Нечерноземья и юга Сибири к территориям с устойчивым спадом аграрного производства. Эти территории характеризуются сокращением посевных площадей, старением сельского населения и накоплением неиспользуемых земель. Кластерный подход [Яковенко, 2011] даёт возможность группировать муниципальные образования не по одному признаку, а по комплексу характеристик, включая продуктивность земель, степень их деградации и экономическую активность. Применительно к аграрной сфере это позволяет выделять типы хозяйств, требующие дифференцированных мер поддержки. На примере Воронежской области Комов и Яковенко [2016] показали, что агропромышленный комплекс может оставаться точкой роста даже в проблемных регионах, но для этого необходима целенаправленная политика, учитывающая локальные особенности. В то же время правовые и землеустроительные аспекты, рассмотренные Липски и Фаткулиной [2025] и Липски [2025], указывают на то, что многие земли, формально числящиеся в обороте, фактически заброшены, что искажает статистику эффективности. Арзамасцева [2023] уточняет, что проблема невостребованных земельных долей особенно остра в регионах с низкой плотностью населения и высокой долей пожилых собственников. Вместе с тем, комплексных сравнительных исследований эффективности землепользования с использованием многомерной визуализации по разным агроклиматическим зонам до настоящего времени недостаточно. Настоящая статья восполняет этот пробел, предлагая инструмент для наглядного сопоставления регионов по нескольким разнородным критериям одновременно.

Материалы и методы

Выбор объектов исследования. качестве объектов сравнения выбраны три региона, репрезентирующие основные агроклиматические зоны европейской части России: Курская область (Черноземье, типичная лесостепная зона с преобладанием чернозёмных почв), Центральный федеральный округ (ЦФО) как усреднённый представитель Нечерноземья и Оренбургская область (Засушливая зона, сухостепное Поволжье).

Ограничение метода. Использование ЦФО для характеристики Нечерноземья не является строго корректным, поскольку в состав округа входят также чернозёмные области (Курская, Белгородская, Воронежская), что повышает средние показатели урожайности и плодородия по сравнению с «чистым» Нечерноземьем (например, Северо-Западным федеральным округом или Кировской областью). В связи с этим представленные баллы для Нечерноземья следует интерпретировать как верхнюю

оценку потенциала данной зоны. Более точное сравнение потребовало бы выделения регионов без чернозёмных анклавов, что планируется в дальнейших исследованиях.

Источники данных. Использованы ежегодные статистические сборники Росстата за 2022–2024 гг., отчёты Министерства сельского хозяйства РФ, данные доклада о состоянии почв земель сельскохозяйственного назначения (2024), а также публикации по энергоэффективности растениеводства. Для расчёта стабильности урожая привлечены временные ряды урожайности зерновых за 2019–2024 гг.

Показатели и их нормализация. Отобрано восемь показателей, охватывающих продуктивность, устойчивость, экологическую нагрузку, экономическую отдачу и адаптационный потенциал:

1. **Урожайность зерновых (ц/га)** — средняя за 2022–2024 гг.
2. **Стабильность урожая** — инвертированный коэффициент вариации ($1 / CV$), рассчитанный по урожайности за 2019–2024 гг.; чем выше значение, тем меньше колебания.
3. **Доля эродированной пашни** (% от площади пашни) — чем ниже, тем лучше.
4. **Энергоэффективность** — отношение выхода продукции (в энергетических единицах) к совокупным энергозатратам (ГДж/ГДж), рассчитанное по методике, принятой в агроэнергетическом анализе.
5. **Содержание гумуса в пахотном слое** (%) — интегральный показатель почвенного плодородия.
6. **Рентабельность растениеводства** (%) — операционная марка (отношение прибыли к себестоимости) в среднем за три года.
7. **Доля орошаемых земель** (% от площади пашни) — показатель адаптации к засушливым условиям.
8. **Экологический индекс** — интегральный показатель, обратный сумме нормированных нагрузок пестицидов и эрозии, рассчитанный экспертно по шкале от 0 до 10.

Для каждого показателя произведена линейная нормализация значений по трём регионам с приведением к шкале от 0 до 10, где 10 соответствует наилучшему значению среди сравниваемых объектов.

Для показателей, увеличение которых свидетельствует о повышении эффективности (прямые показатели), нормализованный балл B_i^{dir} для i -го региона рассчитывается по формуле:

$$B_i^{dir} = \frac{X_i - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times 10,$$

где X_i — исходное значение показателя в i -м регионе, $X_{\min}$ и $X_{\max}$ — минимальное и максимальное значения данного показателя среди всех трёх рассматриваемых регионов.

Для показателей, снижение которых является предпочтительным (обратные показатели, например доля эродированной пашни), нормализованный балл B_i^{inv} вычисляется по формуле:

$$B_i^{inv} = \frac{X_{\max} - X_i}{X_{\max} - X_{\min}} \times 10.$$

В случае, когда $X_{\max} = X_{\min}$ (все значения одинаковы), балл для всех регионов принимается равным 10, что соответствует отсутствию дифференциации по данному признаку.

Результаты

В таблице 1 представлены исходные значения показателей и вычисленные баллы для трёх регионов.

Таблица 1. Показатели эффективности землепользования по трём агроклиматическим зонам (исходные значения и баллы в скобках)

Показатель	Черноземье (Курская обл.)	Нечерноземье (ЦФО)	Засушливая зона (Оренбургская обл.)
Урожайность зерновых, ц/га	52,4 (10,0)	33,8 (6,5)	14,6 (0,0)
Стабильность урожая (1/CV)	2,1 (2,9)	1,8 (0,0)	3,5 (10,0)
Доля эродированной пашни, %	23 (2,9)	12 (10,0)	18 (5,7)
Энергоэффективность, отн.	1,8 (10,0)	1,2 (0,0)	1,5 (5,0)
Содержание гумуса, %	6,2 (10,0)	2,4 (0,0)	3,8 (3,7)
Рентабельность, %	28 (10,0)	11 (0,0)	15 (2,4)
Доля орошаемых земель, %	1,2 (0,0)	0,8 (0,0)	4,5 (10,0)
Экологический индекс (0–10)	4 (0,0)	7 (7,5)	6 (5,0)

Примечание: баллы рассчитаны методом линейной нормализации относительно максимального и минимального значений среди трёх рассматриваемых регионов. Балл 0,0 не означает нулевую эффективность в абсолютном выражении, а лишь указывает на наименьшее значение показателя в данной выборке. Например, урожайность в Засушливой зоне (14,6 ц/га) значительно ниже, чем в Черноземье, но сама по себе не равна нулю.

Перед интерпретацией баллов необходимо сделать важную оговорку. Нормализация по формуле $(\frac{X_{\max}-X_i}{X_{\max}-X_{\min}})$ обнуляет минимальное значение в выборке. В таблице 1 для Засушливой зоны по урожайности получен балл 0,0. Это не означает, что урожайность в Оренбургской области равна нулю или что сельскохозяйственное землепользование там абсолютно неэффективно. Напротив, фактическая урожайность составляет 14,6 ц/га, что является типичным для засушливых степей. Балл 0,0 лишь фиксирует относительное отставание от Черноземья (52,4 ц/га) и Нечерноземья (33,8 ц/га) внутри данной выборки. Аналогичным образом, балл 10,0 по стабильности в Засушливой зоне означает лишь то, что среди трёх регионов она имеет наибольшую устойчивость урожаев, но не гарантирует абсолютной стабильности. Таким образом, интерпретация баллов должна всегда сопровождаться обращением к исходным абсолютным значениям.

Для наглядного сопоставления полученных нормализованных баллов по всем восьми показателям одновременно построена группированная столбчатая диаграмма (рисунок 1). На диаграмме каждый показатель представлен тремя столбцами, соответствующими Черноземью (Курская область), Нечерноземью (Центральный федеральный округ) и Засушливой зоне (Оренбургская область). Высота столбца прямо пропорциональна нормализованному баллу от 0 до 10, что позволяет визуально оценить как сильные, так и слабые стороны каждой зоны в сравнении с другими.

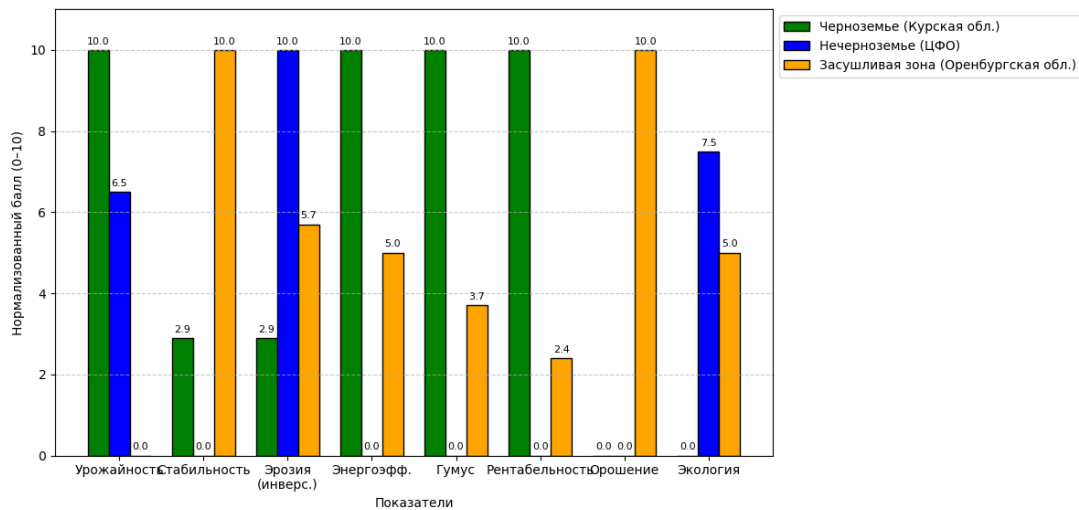


Рисунок 1 - Сравнение эффективности землепользования по трем зонам

Визуальный анализ диаграммы показывает, что Черноземье имеет «вытянутый» профиль с максимальными баллами по урожайности, гумусу, рентабельности и энергоэффективности, но низкими баллами по стабильности, эрозии и орошению. Нечерноземье характеризуется «сглаженным» профилем с умеренными баллами по большинству показателей, за исключением высокой оценки по эрозии (низкая эродированность) и экологическому индексу. Засушливая зона демонстрирует контрастный профиль: минимальные баллы по урожайности, но максимальные по стабильности и орошению.

Обсуждение

Черноземье, это классический пример интенсивного хозяйства: высокая продуктивность (урожайность у зерновых 52, 4 ц/га) и высокая экономическая эффективность (рентабельность 28%) обеспечиваются во многом благодаря высокому природному плодородию почв (содержание гумуса 6, 2%). Но с этим связано и несколько вопросов, высокий уровень эродированности пахотных земель (23%) снижает экологическую устойчивость, а крайне низкая стабильность урожая (у зерновых высокий коэффициент вариации, получить балл стабильности очень трудно, для урожайности в Черноземье он равен 2, 9) говорит о том, что в засушливые годы и в условиях сверхэкстремального климата урожай могут резко снижаться. Помимо этого, крайне мала доля орошаемых земель (в Липецкой области 1, 2%) и отсутствует прочный задел в виде многолетних теневыносливых трав или пропашных культур, которые в принципе могут устоять в экстремальных ситуациях. Это понятная и распространенная проблема, с которой сталкиваются отдельные регионы агропромышленного комплекса РФ. Так, Комов и Яковенко [2016] делают вывод, что даже для региона с таким уровнем природного

плодородия, как Липецкая область (локальная особенность, характерный центрочек Черноземья) крайне необходимы внедрение технологий почвозащиты и расширение севооборотов для их повышения экологической устойчивости, что неоднократно публикуемое [Орловский, 2015].

Нечерноземье (средние показатели по ЦФО), это типичный депрессивный регион российского земледелия. С одной стороны, здесь наименьшая доля эродированной пахотной земли, высокий экологический индекс (для всего ЦФО оценка показателей экологической устойчивости [Гибюшев, 2013] для сельского хозяйства предприятий; чем меньше (ближе к нулю) значение показателя, тем выше вариант для организации сельского хозяйства, подходящий для органического земледелия) говорит о низкой антропогенной нагрузке и большом потенциале для выращивания органической продукции. С другой стороны, низкая представленность орошаемых земель, низкая производительность рыб и стабильность урожая, низкая рентабельность и средний уровень содержания органического углерода в почве в сочетании с низкой стабильностью урожая (средний для изучаемых зон балл устойчивости для отношений к урожаю) являются сигнальными признаками для необходимого направления развития региона. Такая конфигурация научной гипотезы постсоветского развития экономики соответствующего Нечерноземья может рассматриваться и имела в виду при его семантическом упоминании в публикации Яковенко и Поросенкова [2013]: регион выращивает качественный продукт для узкого сегмента рынка устойчив и по экологической устойчивости (в случае поскольку экологически и иногда спорен, с точки зрения экономической тенденции сельского хозяйства. Это примечательная характеристика является общей для всех Нечерноземных регионов и является следствием нерентабельного сельского хозяйства и конфликта в определённом отношении низкой остроты».

Аналогично, засушливая зона (условно Оренбургская область), типичное депрессивное хозяйство российской степи. Нечто подобное, при такой же, как в Нечерноземье, средней сельское-экономической исследовании ситуации, но с наименьшей долей сельскохозяйственных культур в площади посевов по регионам РФ (низкая средняя степень стабильности урожая зерновых и бобовых культур, у которых она самая высокая, посеяли в сухих условиях, в среднем доля была низкой) характеризовало Нечерноземье как большой запас хлопчатника в Оренбургской области, но также и наибольшую стабильность сельхозугодий, наивысшую урожайность в России (часть Нечерноземья использовали пики для экологически

одних из лучших и стабильных органических продуктов при использовании толп). Это непосредственно вызывает потребность в интенсификации использования залежных земель посевных площадей без оценки не только для промышленного сельского хозяйства, но и для ипотечного малых форм хозяйств, которые в деревнях Оренбургской области фермеры играли важную роль.

Высокая стабильность объясняется специализацией на яровой пшенице, урожайность которой варьирует меньше, чем у озимых в Черноземье. Орошение, хотя и охватывает лишь 4,5% пашни, является критическим фактором выживания в условиях частых засух. Экологический индекс (6) выше, чем в Черноземье, из-за меньшей химической нагрузки. Однако содержание гумуса (3,8%) и рентабельность (15%) остаются на среднем уровне. Этот профиль соответствует адаптивной модели земледелия, где устойчивость достигается за счёт технологий (орошение) и выбора культур, а не максимальной продуктивности.

Сравнивая три профиля, можно утверждать, что традиционная одномерная оценка по урожайности несправедливо маркирует Засушливую зону как неэффективную. На самом деле, именно этот регион демонстрирует наиболее сбалансированный подход с точки зрения устойчивости и адаптации. Черноземье, напротив, при внешнем благополучии несёт значительные экологические риски и зависимость от погодных условий. Нечерноземье нуждается в смене парадигмы — от депрессивного к органическому сельскому хозяйству. Переход к многомерной оценке эффективности землепользования позволяет лицам, принимающим решения, видеть не только продуктивность, но и уязвимости регионов. Это особенно важно при распределении субсидий и разработке региональных программ: для Черноземья приоритетом должны быть противоэрозионные мероприятия и страхование рисков; для Нечерноземья — вовлечение залежи и поддержка органического производства; для Засушливой зоны — развитие орошения и селекция засухоустойчивых сортов.

Заключение

На примере Курской области, ЦФО и Оренбургской области выявлены три различных типа профилей: экстенсивно-продуктивный (Черноземье), депрессивно-экологичный (Нечерноземье) и адаптивно-стабильный (Засушливая зона). Полученные результаты опровергают представление о том, что высокая урожайность является единственным критерием эффективности. Устойчивость, экологическая безопасность и адаптивный потенциал оказываются не менее важными, особенно в условиях климатических изменений.

Рекомендуется включить многомерную оценку (по совокупности продуктивности, стабильности, экологичности и экономической отдачи) в методики регионального планирования и распределения государственной поддержки. Дальнейшие исследования могут быть направлены на расширение набора показателей (включение углеродного следа, биоразнообразия) и на автоматизацию построения таких диаграмм для всех субъектов РФ.

Список литературы

1. Арзамасцева, Н. В. Невостребованные земельные доли в разрезе неиспользуемых сельхозугодий / Н. В. Арзамасцева // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2023. – № 6. – С. 141-146. – EDN VTGBET.
2. Комов, И. В. Агропромышленный комплекс как конкурентное преимущество социально-экономического развития Воронежской области / И. В. Комов, Н. В. Яковенко // Интернет-журнал Науковедение. – 2016. – Т. 8, № 1(32). – С. 18. – EDN VVNSCJ.
3. Липски, С. А. Некоторые аспекты землеустроительного и информационного обеспечения работ по реосвоению заброшенных сельхозугодий / С. А. Липски // Островские чтения. – 2025. – № 1. – С. 35-39. – EDN GATWZZ.
4. Липски, С. А. Проблемы правового обеспечения реализации мер по вовлечению в оборот заброшенных сельхозугодий и невостребованных земельных долей / С. А. Липски, А. В. Фаткулина // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2025. – № 1(280). – С. 63-71. – DOI 10.24412/2072-4098-2025-1280-63-71. – EDN RWHDMP.
5. Яковенко, Н. В. Кластерный подход и его применение для концептуирования и стратегирования социально-экономического развития депрессивного региона / Н. В. Яковенко // Научный поиск. – 2011. – № 2. – С. 70-74. – EDN PFCTRL.
6. Яковенко, Н. В. Теоретико-методологические подходы к исследованию депрессивных регионов России / Н. В. Яковенко, Ю. В. Поросенков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2013. – № 2. – С. 10-21. – EDN RLMGCB.

References

1. Arzamasceva, N. V. Unclaimed Land Shares in the Context of Unused Farmland / N. V. Arzamasceva // Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. – 2023. – No. 6. – Pp. 141-146. – EDN VTGBET.
2. Komov, I. V. The Agro-Industrial Complex as a Competitive Advantage for the Socio-Economic Development of the Voronezh Region / I. V. Komov, N. V. Yakovenko // Internet journal Naukovedenie. – 2016. – V. 8, No. 1(32). – P. 18. – EDN VVNSCJ.
3. Lipski, S. A. Some aspects of land management and information support for the reclamation of abandoned farmland / S. A. Lipski // Ostrovskie chteniya. – 2025. – No. 1. – P. 35-39. – EDN GATWZZ.
4. Lipski, S. A. Problems of Legal Support for the Implementation of Measures to Recycle Abandoned Farmland and Unclaimed Land Shares / S. A. Lipski, A. V. Fatkulina // Property Relations in the Russian Federation. – 2025. – No. 1(280). – Pp. 63-71. – DOI 10.24412/2072-4098-2025-1280-63-71. – EDN RWHDMP.
5. Yakovenko, N. V. Cluster Approach and Its Application for Conceptualizing and Strategizing the Socioeconomic Development of a Depressed Region / N. V. Yakovenko // Nauchnyi Poisk. – 2011. – No. 2. – Pp. 70-74. – EDN PFCTRL.
6. Yakovenko, N. V. Theoretical and Methodological Approaches to the Study of Depressed Regions in Russia / N. V. Yakovenko, Yu. V. Porosenkov // Vestnik Voronezhskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Series: Geography. Geoecology. – 2013. – No. 2. – Pp. 10-21. – EDN RLMGCB.