



Научная статья

УДК 339.54.012+338.001.36

doi: 10.55186/25876740_2026_69_1_79

РЕГУЛИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ПОДХОД НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА ДЛЯ МОДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ СЕВЕРНОЙ АЗИИ

Т.Б. Бардаханова, З.С. Еремко, А.С. Михеева,
Л.Б.-Ж. Максанова, В.Д. Мункуева

Байкальский институт природопользования Сибирского отделения
Российской академии наук, Улан-Удэ, Россия

Аннотация. В статье представлены результаты исследования, целью которого является разработка методического подхода к количественной оценке развития территориальных природно-хозяйственных систем (ПХС) сельского хозяйства и выявлению приоритетов их регулирования. Исследование охватывает период с 2010 по 2022 год и фокусируется на трансграничных территориях Северной Азии в пределах России, выбранных авторами в качестве модельных на основе ранее проведенных исследований. Разработан комплексный индекс развития ПХС, интегрирующий 20 показателей по четырем блокам: сельскохозяйственное производство, аграрная экономика, природные ресурсы и окружающая среда, сельское общество. Методика включает этапы нормирования показателей, расчета энтропии для определения весов, количественной оценки индекса и разработки сценариев развития с применением метода анализа иерархий. Выявлена разнонаправленная динамика развития ПХС: положительная в Республике Тыва (рост комплексного индекса на 34%) и отрицательная в Республике Бурятия (снижение на 17%) и Забайкальском крае (снижение на 23%). Сценарный анализ определил приоритетные направления регулирования развития ПХС для каждого региона. Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной методики, адаптированной для специфических условий модельных регионов Северной Азии. На основе результатов сформулированы практические рекомендации по регулированию ПХС, включающие меры по улучшению уровня жизни сельского населения и оптимизации природопользования.

Ключевые слова: природно-хозяйственные системы, сельскохозяйственное производство, аграрная экономика, природные ресурсы и окружающая среда, сельское общество, устойчивое развитие, комплексный индекс, сценарный анализ, регулирование, Северная Азия, Тыва, Бурятия, Забайкальский край

Благодарности: исследование выполнено в рамках Государственной программы научных исследований Байкальского института природопользования СО РАН.

Original article

REGULATION OF THE DEVELOPMENT OF TERRITORIAL NATURAL AND ECONOMIC SYSTEMS OF AGRICULTURE: AN APPROACH BASED ON A COMPREHENSIVE INDEX FOR MODEL REGIONS OF NORTH ASIA

T.B. Bardakhanova, Z.S. Eremko, A.S. Mikheeva,
L.B.- Zh. Maksanova, V.D. Munkueva

Baikal Institute of Nature Management of Siberian Branch of
the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, Russia

Abstract. The article presents the results of a study aimed at developing a methodological approach to quantifying the development of territorial natural and economic systems (NES) of agriculture and identifying priorities for their regulation. The study covers the period from 2010 to 2022 and focuses on the cross-border territories of North Asia within Russia, selected by the authors as a model based on previous studies. A comprehensive NES development index has been developed that integrates 20 indicators across four blocks: agricultural production, agricultural economy, natural resources and the environment, and rural society. The methodology includes the stages of normalization of indicators, calculation of entropy to determine weights, quantification of the index, and development of scenarios using the Analytic Hierarchy Process. The multidirectional dynamics of NES development was revealed: positive in the Republic of Tuva (complex index increase by 34%) and negative in the Republic of Buryatia (decrease by 17%) and the Zabaikalsky Krai (decrease by 23%). The scenario analysis identified the priority areas for regulating the development of NESs for each region. The scientific novelty of the research lies in the development of a comprehensive methodology adapted to the specific conditions of the model regions of North Asia. Based on the results, practical recommendations on the regulation of NES have been formulated, including measures to improve the standard of living of the rural population and optimize environmental management.

Keywords: natural and economic systems, agricultural production, agrarian economy, natural resources and environment, rural society, sustainable development, complex index, scenario analysis, regulation, North Asia, Tuva, Buryatia, Zabaikalsky Krai

Acknowledgments: The present research was prepared within the framework of the State Research Program of the Baikal Institute of Nature Management SB RAS.

Введение. Проблема регулирования природно-хозяйственных систем (ПХС), особенно в аграрном секторе, находится на стыке экологической и экономической наук и является предметом активных международных исследований. Фундаментальные работы в области устойчивого землепользования подчеркивают необходимость баланса между сельскохозяйственной продуктивностью, сохранением биоразнообразия и адаптацией к изменению климата [1-3]. OECD [4] акцентирует важность согласования политик в сфере биоразнообразия, климата и продовольственной безопасности, что требует разработки комплексных инструментов оценки.

В российской научной школе, особенно в контексте азиатских регионов, исследование устойчивости аграрных ландшафтов развивается в рамках ландшафтно-экологического и эколого-экономического подходов. Так, работы Красноярской Б.А. и соавторы [5] посвящены экологизации землепользования в трансграничных сухостепных ландшафтах, подчеркивая важность адаптации управленческих практик к специфической ландшафтной структуре.

Центральное место в подобных исследованиях занимает проблема выбора и агрегации показателей для комплексной оценки ПХС.

Существующие методики можно условно разделить на несколько групп:

- отраслевые оценки, фокусирующиеся на экономической эффективности сельского хозяйства или экологическом состоянии агроландшафтов в отдельности [6, 7];
- интегральные индексы устойчивости, такие как индексы устойчивого развития сельских территорий или «зеленого» роста [8, 9]. Однако они часто носят общий характер и не всегда учитывают специфику природно-хозяйственных систем именно аграрного сектора;
- методы многокритериального анализа и принятия решений (например, метод анализа



иерархий), которые успешно применяются для задач экологического ранжирования и отбора проектов [10, 11], но редко используются для динамической оценки ПХС на основе ретроспективных данных.

Проведенный анализ выявил ряд пробелов. Во-первых, существующие подходы часто не обеспечивают целостного учета взаимосвязей между производственным, экономическим, природным и социальным блоками в рамках единой ПХС. Во-вторых, недостаточно разработаны методики, позволяющие не только диагностировать текущее состояние, но и количественно обосновывать сценарии развития. В-третьих, для трансграничных регионов Северной Азии с их высокой экологической уязвимостью и социально-экономическими вызовами [12] необходим адаптированный инструментарий, позволяющий выявлять адресные меры регулирования.

Цель данного исследования — разработка и апробация методического подхода к количественной оценке и выявлению приоритетов регулирования развития территориальных ПХС сельского хозяйства на примере модельных регионов Северной Азии. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) разработать систему показателей для оценки ПХС; 2) адаптировать методику расчета комплексного индекса оценки развития ПХС; 3) провести сравнительный анализ динамики ПХС модельных регионов за 2010-2022 гг.; 4) разработать сценарии и определить приоритеты регулирования ПХС на основе метода анализа иерархий. Научная новизна исследования заключается в разработке комплексной методики, адаптированной для специфических условий модельных регионов Северной Азии.

Настоящее исследование продолжает работы авторов в рамках программы научных исследований лаборатории экономики природо-

пользования БИП СО РАН и направлено на восполнение имеющихся пробелов путем разработки методики, которая:

- интегрирует производственные, экономические, экологические и социальные показатели в рамках единого комплексного индекса;
- сочетает объективное статистическое взвешивание (метод энтропии) с субъективным сценарным подходом (метод анализа иерархий) для выявления приоритетов развития ПХС;
- апробирована на примере наиболее проблемных аграрных регионов Северной Азии, что позволяет получить практико-ориентированные результаты.

Методы и материалы.

Объекты исследования. Исследование проведено для трех трансграничных территорий Северной Азии в пределах России: Республики Тыва, Республики Бурятия и Забайкальского края, являющихся наиболее проблемными по эколого-экономическим параметрам аграрного развития по результатам исследований авторов статьи [13].

Методика расчета комплексного индекса развития ПХС сельского хозяйства. С учетом специфики формирования таких ПХС нами адаптирован методический подход к количественной оценке индекса рационального природопользования [11], который предполагает всесторонний учет различных блоков показателей, характеризующих различные аспекты функционирования той или иной системы природопользования. Алгоритм количественной оценки комплексного индекса и разработки сценариев развития ПХС сельского хозяйства представлен в таблице 1.

Результаты и обсуждение. Комплексный индекс развития ПХС сельского хозяйства модельных регионов при условии равной значимости для их развития всех блоков показателей.

Расчеты комплексного индекса за 2010-2022 гг. выявили разнонаправленную динамику в модельных регионах (табл. 3, рис. 1).

Тыва сохраняет первое место к 2022 г., увеличив значение индекса в 1,34 раза, Забайкальский край — на 2-ом месте, при этом комплексный показатель уменьшился на 23%, что выше снижения индекса в Бурятии (на 17%). Во все годы рассматриваемого периода Бурятия имеет самые низкие значения комплексного индекса. Республика Тыва и Забайкальский край с близкими значениями индекса в 2010 г. за это же время показывают разные темпы роста комплексного индекса. Динамика комплексного индекса характеризуется точками перегиба графиков в 2013, 2015 и 2020 гг., что свидетельствует о чувствительности системы к внешним экономическим и социальным факторам.

Анализ структуры комплексного индекса (рис. 2) показывает, что в Тыве рост индекса в значительной степени обеспечен увеличением доли блока «Сельское общество». В Бурятии доля социального блока сократилась в 3 раза к 2022 г. Для Забайкальского края характерна высокая доля блока «Природные ресурсы и окружающая среда».

Сценарный анализ развития природно-хозяйственных систем сельского хозяйства модельных регионов.

Для определения стратегических направлений развития ПХС на основе метода анализа иерархий были сформированы 8 сценариев с учетом результатов экспертной оценки значимости каждого блока показателей (табл. 4).

В таблице 5 представлена вся совокупность сценариев по всему рассматриваемому периоду времени с 2010 по 2022 гг.

Анализ результатов позволил идентифицировать наилучшие сценарии для каждого региона с максимальными значениями комплексных индексов (табл. 6, рис. 4). Наиболее высокие

Таблица 1. Алгоритм количественной оценки комплексного индекса и разработки сценариев развития природно-хозяйственных систем сельского хозяйства
Table 1. Algorithm for quantifying the complex index and developing scenarios for the development of natural and economic systems of agriculture

Этап	Формулы расчета	Обозначения
Этап 1. Расчет исходных показателей	Система исходных показателей представлена в таблице 2	
Этап 2. Нормирование показателей	– для переменных первого типа* $x'_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{j\min}}{x_{j\max} - x_{j\min}}$ – для переменных второго типа* $x'_{ij} = \frac{x_{i\max} - x_{ij}}{x_{i\max} - x_{i\min}}$	i — индекс модельных территорий (i = 1,...,m); j — индекс показателей (j = 1,...,n); x _{ij} — значение j-того показателя на i-той территории; x _{jmax} выражают максимум x _j ; x _{jmin} выражают минимум x _j .
Этап 3. Расчет энтропии как меры неопределённости системы показателей	$N_x = -k \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}$ $p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{j=1}^n x'_{ij}}$	где N _x выражает энтропию показателя j, а p _{ij} выражает долю j-того показателя, k = 1/ln m
Этап 4. Множественные оценки по каждому блоку показателей (X _{1i} , X _{2i} , X _{3i} , X _{4i})	$X_{qi} = \sum_{j=1}^n v^j x'_{ij}$ $v^j = \frac{b^j}{\sum_{j=1}^n b^j}$ $b^j = 1 - N_x$	где v ^j — вес энтропии для индикатора j; b ^j — информационная ценность; q — индекс групп показателей (q = 1,..., 5)
Этап 5. Количественная оценка комплексного индекса	$CI_i = \sum_{q=1}^s X_{qi} w_q$	CI — комплексный индекс, w _q выражает вес каждого блока показателей
Этап 6. Разработка сценариев развития природно-хозяйственных систем сельского хозяйства на основе метода анализа иерархий	– оценка значимости каждого блока показателей в соответствии со шкалой относительной важности и матрицей попарных сравнений. Предложена следующая шкала относительной важности: 1 — равная значимость, 3 — средняя степень превосходства, 5 — умеренно сильное превосходство, 7 — весьма значительное превосходство, 9 — абсолютное превосходство; – формирование сценариев с учетом разной значимости каждого блока показателей.	

* переменные 1 типа — показатели с позитивной динамикой, переменные 2 типа — с отрицательной динамикой

Таблица 2. Система показателей для расчета комплексного индекса природно-хозяйственных систем сельского хозяйства
Table 2. The system of indicators for calculating the complex index of natural and economic systems of agriculture

Блоки	Количество показателей	Примеры показателей
I. Сельскохозяйственное производство	5	Степень механизации с/х: энергетические мощности за год на 1 занятого в с/х, л.с./чел., и на ед. площади, л.с./1 га; производительность с/х труда: выход продукции сельского хозяйства на 1 занятого (тыс. руб./чел.) и на ед. с/х угодий (тыс. руб./га); площадь посевных на 1 занятого в с/х (га/чел.)
II. Аграрная экономика	5	Доля занятых в с/х от общей численности занятых в экономике региона, %; объем ВРП с/х, млн. руб.; доля с/х в ВРП, %; инвестиции в с/х на 1 занятого в с/х, тыс. руб./чел.; стоимость ОПФ с/х на 1 занятого в с/х, тыс. руб./чел.
III. Природные ресурсы и окружающая среда	5	Доля с/х угодий в общей площади региона, %; доля естественных угодий в общей площади с/х угодий, %; доля посевных земель в площади пашни, %; внесение минеральных удобрений на 1 га посева с/х культур в с/х организациях, кг/га; использование свежей воды на орошение и с/х водоснабжение, млн. куб. м
IV. Сельское общество	5	1. Уровень доходов в сельском хозяйстве: среднемесячная номинальная начисленная заработная плата по виду деятельности сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство, руб./месяц; индекс реальных доходов в регионе, %; доля сельского населения в общей численности населения, %; уровень государственной поддержки с/х на 1 занятого в с/х, тыс. руб./чел.; зарегистрировано заболеваний у пациентов с диагнозом, установленным впервые в жизни, число случаев/тыс. чел.

Источники данных. Использованы данные Росстата, официальные государственные и статистические ресурсы регионов.



значения комплексного индекса ПХС получены по сценарию 5 как для Республики Тыва (по данным 2022 г.), так и для Республики Бурятия (по данным 2010 г.). В Забайкальском крае — по сценарию 4 (по данным 2015 г.).

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости дифференцированного подхода к регулированию развития ПХС в различных регионах. Для Тывы и Бурятии ключевым фактором устойчивого развития является социальная составляющая. В этих регионах необходимо разработать комплекс мер по повышению уровня жизни сельского населения в части повышения заработной платы работников сельского хозяйства, расширения объемов государственной поддержки сельскохозяйственного производства и улучшения медицинского обслуживания сельского населения.

Для Забайкальского края наибольший рост комплексного индекса обеспечивается рациональным использованием природно-ресурсного потенциала. Интенсивное использование сельскохозяйственных угодий этого региона, выражающееся в высокой доле посевных земель в площади пашни, невысоком уровне внесения минеральных удобрений и практическом отсутствии использования свежей воды на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение, требуют разработки комплексных мер по мелиорации, повышению почвенного плодородия и эффективному использованию водных ресурсов.

Выявленные тенденции согласуются с данными других исследователей [14, 15], подтверждающими важность учета региональной специфики при разработке мер аграрной политики. К перспективам дальнейших исследований можно отнести расширение географических рамок исследования за счет включения других трансграничных территорий; проведение углубленного анализа влияния на развитие ПХС других факторов, в частности, климатических изменений; кроме того, представляется целесообразной разработка мер регулирования для различных типов сельскохозяйственных производств.

Выводы.

1. Разработанный методический подход позволяет проводить количественную оценку и выявлять приоритетные направления развития и регулирования территориальных ПХС сельского хозяйства с учетом их региональной специфики.

2. Апробация методики на модельных регионах Северной Азии выявила существенную пространственно-временную дифференциацию в развитии ПХС. Республика Тыва демонстрирует положительную динамику, в то время как в Республике Бурятия и Забайкальском крае зафиксирована устойчивая негативная тенденция, требующая принятия безотлагательных мер.

3. Разработка сценариев развития ПХС сельского хозяйства и их анализ позволили определить, что для Республики Тыва и Республики Бурятия стратегическим приоритетом является социальное развитие, а для Забайкальского края — оптимизация использования природно-ресурсного потенциала.

4. Предложенный инструментарий имеет практическое значение для органов государственного и регионального управления при разработке мер регулирования и государственной поддержки аграрного сектора, а также может быть адаптирован для применения в других регионах со схожими социально-экологическими условиями.

Список источников

1. Foley, J.A., DeFries, R., Acher, G.P., et al., 2005. Global consequences of land use. *Science*. 309 (5734), 570-574.
 2. Rockström, J., Williams, J., Daly, J., Noble, A., Matthews, N., Gordon, L., Wetterstrand, H., DeClercq, F., 2017.

Таблица 3. Динамика комплексного индекса природно-хозяйственных систем сельского хозяйства модельных регионов, 2010-2022 гг.
 Table 3. Dynamics of the complex index of natural and economic systems of agriculture of the model regions, 2010-2022

Регион	2010	2013	2015	2018	2020	2022	Изменение за период
Республика Тыва	1,53	1,80	1,50	1,70	2,06	2,04	+34%
Республика Бурятия	1,14	1,06	0,98	0,97	0,94	0,93	-17%
Забайкальский край	1,33	1,14	1,51	1,33	1,00	1,02	-23%

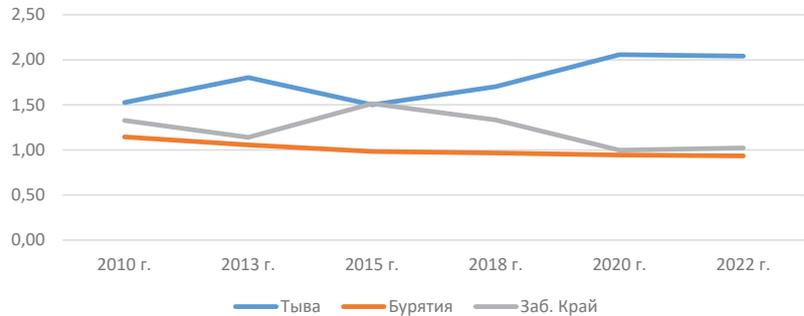


Рисунок 1. Динамика комплексного индекса природно-хозяйственных систем сельского хозяйства модельных регионов, 2010-2022 гг.
 Figure 1. Dynamics of the complex index of natural and economic systems of agriculture of the model regions, 2010-2022

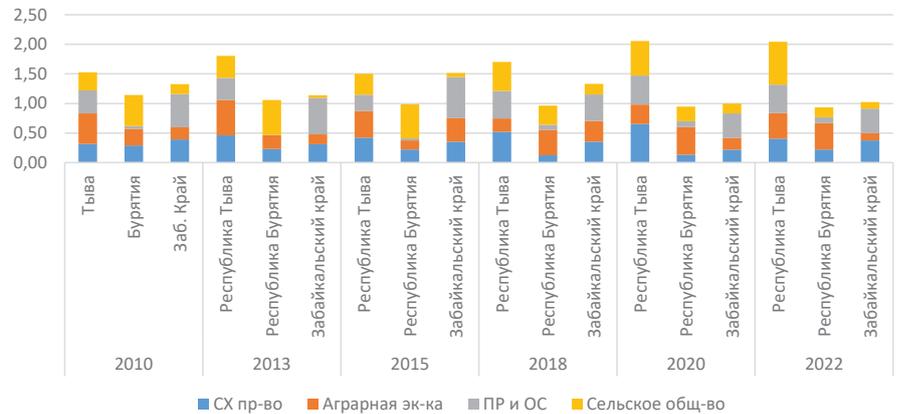


Рисунок 2. Структура комплексного индекса природно-хозяйственных систем сельского хозяйства модельных регионов, 2010-2022 гг.
 Figure 2. Structure of the complex index of natural and economic systems of agriculture in the model regions, 2010-2022

Таблица 4. Веса блоков показателей комплексного индекса природно-хозяйственных систем сельского хозяйства по результатам экспертной оценки значимости
 Table 4. Weights of the blocks of indicators of the complex index of natural and economic systems of agriculture based on the results of an expert assessment of their significance

	I. Сельскохозяйственное производство	II. Аграрная экономика	III. Природные ресурсы и окружающая среда	IV. Сельское общество
Сценарий 1	0,250	0,250	0,250	0,250
Сценарий 2	0,750	0,083	0,083	0,083
Сценарий 3	0,083	0,750	0,083	0,083
Сценарий 4	0,083	0,083	0,750	0,083
Сценарий 5	0,083	0,083	0,083	0,750
Сценарий 6	0,431	0,180	0,188	0,201
Сценарий 7	0,568	0,221	0,148	0,064
Сценарий 8	0,654	0,131	0,153	0,062

Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*, 46 (1), P. 4-17.

3. Pretty, J., 2008. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1491), 447-465.

4. OECD (2020) *Towards Sustainable Land Use: Aligning Biodiversity, Climate and Food Policies*. OECD Publishing, Paris.

5. Красноторова Б.А., и др. Пути экологизации сельскохозяйственного землепользования в трансграничных

сухостепных ландшафтах Кулунды // *Известия РАН. Серия географическая*. 2024. Т. 88. № 1. С. 3-16.

6. Zhen, L., et al. 2020. The impact of land use change on ecosystem service value in the downstream of Shiyang River Basin. *Journal of Arid Land*, 12(5), P. 781-793.

7. Бардаханова Т.Б., Мункуева В.Д., Еремко З.С. Эколого-экономическая оценка использования сельскохозяйственных земель на российских трансграничных территориях Северной Азии // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2023. № 2. С. 227-232.





Таблица 5. Результаты сценарного анализа комплексного индекса природно-хозяйственных систем сельского хозяйства по данным 2010-2022 г.
Table 5. The results of scenario analysis of the complex index of natural and economic systems of agriculture according to the data of 2010-2022

	Республика Тыва	Республика Бурятия	Забайкальский край
Сценарий 1			
Сценарий 2			
Сценарий 3			
Сценарий 4			
Сценарий 5			
Сценарий 6			
Сценарий 7			
Сценарий 8			



Таблица 6. Наилучшие сценарии развития природно-хозяйственных систем сельского хозяйства модельных регионов

Table 6. The best scenarios for the development of natural and economic agricultural systems of the model regions

Регион	Наилучший сценарий	Максимальное значение CI	Приоритетный блок
Республика Тыва	Сценарий 5	2,69	Сельское общество
Республика Бурятия	Сценарий 5	1,59	Сельское общество
Забайкальский край	Сценарий 4	2,10	Природные ресурсы и окружающая среда

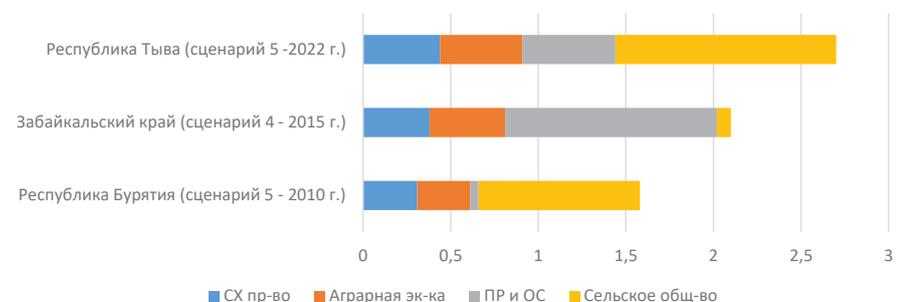


Рисунок 4. Структура максимальных комплексных индексов природно-хозяйственных систем сельского хозяйства модельных регионов

Figure 4. The structure of the maximum complex indices of natural and economic systems of agriculture in the model regions

8. UN Sustainable Development Solutions Network. Indicators and a Monitoring Framework for the Sustainable Development Goals. 2015. New York.

9. Бардаханова Т.Б., Ерёмки З.С. Сравнительный анализ развития «зеленой» экономики в приграничных регионах экономического коридора Шелкового пути // Региональная экономика: теория и практика. 2020. Т.18. № 3. С. 592-606.

10. Saaty, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*. 2008.1(1), P. 83-98.

11. Ерёмки З.С., Бальжанова Т.М., Бардаханова Т.Б. Использование методов многокритериального анализа для отбора экологически ориентированных инвестиционных проектов // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2016. № 10 (92). С. 15.

12. Бардаханова Т.Б., Мункуева В.Д., Ерёмки З.С. Развитие сельского хозяйства и его воздействие на природную среду // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 4. С. 406-411.

13. Бардаханова Т.Б., Мункуева В.Д., Ерёмки З.С., Иванова С.Н. Факторная оценка развития сельского хозяйства на трансграничных территориях Северной Азии //

Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. № 3. С. 315-321.

14. Fu L., Mao X., Mao X. and Wang J. (2022). Evaluation of Agricultural Sustainable Development Based on Resource Use Efficiency: Empirical Evidence from Zhejiang Province, China. *Front. Environ. Sci.* 10:860481.

15. Fengwei Gao, Zhuangzhuang Li, Pei Zhang, Yimin Wu (2024). The evaluation and optimization of the agricultural sustainable development based on a data-driven approach: A case from Northern Anhui. *Heliyon*. 10 (2024). e32963.

References

1. Foley, J.A., DeFries, R., Acher, G.P. et al. (2005). Global consequences of land use. *Science*, vol. 309, no. 5734, pp. 570-574.

2. Rockström, J., Williams, J., Daly, J., Noble, A., Matthews, N., Gordon, L., Wetterstrand, H. & DeClercq, F. (2017). Sustainable intensification of agriculture for human prosperity and global sustainability. *Ambio*, vol. 46, no. 1, pp. 4-17.

3. Pretty, J. (2008). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, vol. 363, no. 1491, pp. 447-465.

4. OECD (2020). *Towards Sustainable Land Use: Aligning Biodiversity, Climate and Food Policies*. Paris: OECD Publishing.

5. Krasnoyarova, B.A. et al. (2024). *Puti ekologizatsii sel'skokhozyaystvennogo zemlepol'zovaniya v transgranichnykh sukhostepnykh landshaftakh Kulundy* [Ways of Greening Agricultural Land Use in the Transboundary Dry-Steppe Landscapes of Kulunda]. *Izvestiya RAN. Seriya geograficheskaya*, vol. 88, no. 1, pp. 3-16.

6. Zhen, L. et al. (2020). The impact of land use change on ecosystem service value in the downstream of Shiyang River Basin. *Journal of Arid Land*, vol. 12, no. 5, pp. 781-793.

7. Bardakhanova, T.B., Munkueva, V.D. & Eremko, Z.S. (2023). *Ekologo-ekonomicheskaya otsenka ispol'zovaniya sel'skokhozyaystvennykh zemel' na russiiskikh transgranichnykh territoriyakh Severnoi Azii* [Ecological and Economic Assessment of Agricultural Land Use in Russian Transboundary Territories of North Asia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal*, no. 2, pp. 227-232.

8. UN Sustainable Development Solutions Network (2015). *Indicators and a Monitoring Framework for the Sustainable Development Goals*. New York.

9. Bardakhanova, T.B. & Eremko, Z.S. (2020). *Sravnitel'nyi analiz razvitiya «zelenoi» ekonomiki v prigranichnykh regionakh ekonomicheskogo koridora Shelkovogo puti* [Comparative Analysis of the Green Economy Development in the Border Regions of the Silk Road Economic Corridor]. *Regional'naya ekonomika: teoriya i praktika*, vol. 18, no. 3, pp. 592-606.

10. Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83-98.

11. Eremko, Z.S., Bal'zhanova, T.M. & Bardakhanova, T.B. (2016). *Ispol'zovanie metodov mnogokriterial'nogo analiza dlya otbora ekologicheski orientirovannykh investitsionnykh projektov* [The Use of Multi-Criteria Analysis Methods for Selecting Environmentally Oriented Investment Projects]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*, no. 10 (92), p. 15.

12. Bardakhanova, T.B., Munkueva, V.D. & Eremko, Z.S. (2022). *Razvitie sel'skogo khozyaystva i ego vozdeystvie na prirodnyuyu sredu* [Agricultural Development and Its Impact on the Natural Environment]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal*, no. 4, pp. 406-411.

13. Bardakhanova, T.B., Munkueva, V.D., Eremko, Z.S. & Ivanova, S.N. (2025). *Faktornaya otsenka razvitiya sel'skogo khozyaystva na transgranichnykh territoriyakh Severnoi Azii* [Factor Assessment of Agricultural Development in the Transboundary Territories of North Asia]. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaystvennyi zhurnal*, no. 3, pp. 315-321.

14. Fu, L., Mao, X., Mao, X. & Wang, J. (2022). Evaluation of Agricultural Sustainable Development Based on Resource Use Efficiency: Empirical Evidence from Zhejiang Province, China. *Frontiers in Environmental Science*, vol. 10, 860481. doi: 10.3389/fenvs.2022.860481

15. Gao, F., Li, Z., Zhang, P. & Wu, Y. (2024). The evaluation and optimization of the agricultural sustainable development based on a data-driven approach: A case from Northern Anhui. *Heliyon*, vol. 10, e32963. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e32963

Информация об авторах:

Бардаханова Таисия Борисовна, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0040-7316>, Scopus ID: 57195286481, Research ID: AAQ-2563-2020, SPIN-код: 4919-7139, tbard@binm.ru

Еремко Зинаида Сергеевна, кандидат экономических наук, научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1972-3925>, Scopus ID: 57205162654, Researcher ID: J-9537-2018, SPIN-код: 1680-0210, zina--90@mail.ru

Михеева Анна Семеновна, доктор экономических наук, главный научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1407-4441>, Scopus ID: 57207664402, Research ID: AAQ-3467-2020, SPIN-код: 5612-7145, asmihееva@binm.ru

Максанова Людмила Бато-Жаргаловна, доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экономики природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5460-9354>, Scopus ID: 6506751321, Research ID: AAQ-2547-2020, SPIN-код: 2147-1605, lmaksanova@yandex.ru

Мункуева Виктория Дабеевна, ведущий инженер лаборатории экономики природопользования, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2316-8722>, Scopus ID: нет, Researcher ID: AAQ-7669-2020, SPIN-код: 2993-0908, munvic@mail.ru

Information about the authors:

Taisiya B. Bardakhanova, doctor of economics, leading researcher, laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0040-7316>, Scopus ID: 57195286481, Research ID: AAQ-2563-2020, SPIN-code: 4919-7139, tbard@binm.ru

Zinaida S. Eremko, candidate of economic sciences, researcher, laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1972-3925>, Scopus ID: 57205162654, Researcher ID: J-9537-2018, SPIN-code: 1680-0210, zina--90@mail.ru

Anna S. Mikhееva, doctor of economics, chief researcher, laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1407-4441>, Scopus ID: 57207664402, Research ID: AAQ-3467-2020, SPIN-code: 5612-7145, asmihееva@binm.ru

Ljudmila B-Zh. Maksanova, doctor of economics, leading researcher, laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5460-9354>, Scopus ID: 6506751321, Research ID: AAQ-2547-2020, SPIN-code: 2147-1605, lmaksanova@yandex.ru

Victoria D. Munkueva, leading engineer, laboratory of environmental economics, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2316-8722>, Scopus ID: нет, Researcher ID: AAQ-7669-2020, SPIN-code: 2993-0908, munvic@mail.ru

