

УДК 631.16; 330.15

DOI: 10.52531/1682-1696-2025-25-4-106-115

Научная статья

EDN: KHOXYW

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И УСТОЙЧИВОГО ЭНЕРГО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ, СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ НА СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ (НА ПРИМЕРАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ, АЛТАЙСКОГО И КРАСНОДАРСКОГО КРАЕВ)

**Е.Ф. ШАМАЕВА, А.А. ГОЛОВИН,
Н.Н. МИХАЙЛОВ**

МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ, ЙОШКАР-ОЛА,
РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ИНСТИТУТ ОТРАСЛЕВОГО МЕНЕДЖМЕНТА
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА
УПРАВЛЕНИЯ, МОСКВА, РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Статья посвящена оценке качества жизни и устойчивого энерго-экологического развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, на примере Республики Марий Эл, Алтайского и Краснодарского краев. Регион рассматривается как сложная организационная система, включающая природные, социальные, производственные и управленческие подсистемы. Для интегративной оценки экономических, социальных и экологических процессов используется системно-энергетический подход, основанный на законе преобразования потока энергии. Разработан алгоритм расчета интегральных показателей устойчивого развития, уровня и качества жизни населения, а также качества окружающей среды. Проведен анализ динамики за период 2014–2023 гг. на примере Республики Марий Эл, Алтайского и Краснодарского краев. Рассчитаны показатели суммарного потребления природных энергоресурсов, эффективности их использования, качества окружающей среды и совокупного уровня жизни населения. Полученные результаты показывают, что системно-энергетический подход может служить альтернативной основой для формирования комплексных программ планирования социально-экономического и энерго-экологического развития сельскохозяйственных регионов.

Статья подготовлена по результатам исследований, выполненных за счет средств федерального бюджета по государственному заданию «Разработкановыхмеждисциплинарных

Original article

**ASSESSMENT OF THE QUALITY
OF LIFE AND SUSTAINABLE ENERGY
AND ENVIRONMENTAL DEVELOPMENT
OF REGIONS SPECIALIZING IN
AGRICULTURE (USING THE EXAMPLES
OF THE REPUBLIC OF MARI EL,
ALTAI KRAI, KRASNODAR KRAI)**

**E.F. SHAMAYEVA,
A.A. GOLOVIN, N.N. MIKHAILOV**
MARI STATE UNIVERSITY, YOSHKAR-OLA,
RUSSIAN FEDERATION
INSTITUTE OF INDUSTRY MANAGEMENT OF
THE STATE UNIVERSITY OF MANAGEMENT,
MOSCOW, RUSSIAN FEDERATION

The article is devoted to assessing the quality of life and sustainable energy and environmental development of regions specializing in agriculture, using the example of the Republic of Mari El, the Altai Territory and the Krasnodar Territory. The region is considered as a complex organizational system, including natural, social, industrial and managerial subsystems. For an integrative assessment of economic, social and environmental processes, a system-energy approach based on the law of energy flow transformation is used. An algorithm has been developed for calculating integral indicators of sustainable development, the level and quality of life of the population, as well as the quality of the environment. The analysis of dynamics for the period 2014–2023 is carried out using the example of the Republic of Mari El, Altai and Krasnodar territories. The indicators of the total consumption of natural energy resources, the efficiency of their use, the quality of the environment and the total standard of living of the population are calculated. The results show that the system-energy approach can serve as an alternative basis for the formation of comprehensive planning programs for socio-economic and energy-ecological development of agricultural regions.

The article was prepared based on the results of research carried out at the expense of the federal budget under the state assign-

методов, цифровых моделей и инструментов, организационных технологий мониторинга и управления устойчивым социально-экономическим и энерго-экологическим развитием и качеством жизни населения регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве» (код научной темы, присвоенной учредителем – FZRN-2025-0005).

Ключевые слова: региональные организационные системы, сельское хозяйство, устойчивое развитие, качество жизни, энерго-экологическое развитие, системно-энергетический подход, закон преобразования потока энергии, сельскохозяйственный регион, мониторинг природных ресурсов

ВВЕДЕНИЕ

Регион как объект научного познания представляет собой систему междисциплинарной природы, включающую в себя природную подсистему, население, ведущее хозяйственную деятельность и обмен ресурсами, подсистему управления с внешними и внутренними связями [2]. Таким образом, регион можно рассматривать не только как территориальную и социально-экономическую целостность, но и как организационную систему, в которой взаимодействуют различные подсистемы. Такой подход позволяет акцентировать внимание не просто на характеристиках региона, а на закономерностях его функционирования и развития как сложной системы, где важную роль играют организационные, социальные, природные, производственные и управленческие элементы. Именно в этом контексте формируется понятие региональных организационных систем.

В рамках анализа региональных организационных систем можно выделить различные понятия, связанные с разными типами регионов, среди которых особое значение имеют территории, ориентированные на сельское хозяйство. Например, в США выделяют регионы, специализирующиеся по типу сельскохозяйственного производства, по землепользованию, климату, почвенным ресурсам, административному территориальному разделению [18]. В исследовании объектом являются регионы, специализирующиеся на сельском хозяйстве и отличающиеся от регионов, именуемых другим термином – аграрные территории.

Регионы, специализирующиеся на сельском хозяйстве, представляют собой административно-территориальные единицы – республики, области и края, где аграрный сектор играет ведущую роль в экономике. Ключевыми критериями здесь выступают высокая доля сельского хозяйства в валовом региональном продукте, значительная занятость населения в аграрной сфере, а также наличие развитой инфраструктуры для агропромышленного комплекса. Примерами таких регионов являются Республика Марий Эл, Алтайский и Краснодарский края. Следует отметить, что в регионах, специализирующихся на сельском хозяйстве, всегда есть города и населенные пун-

ment "Development of new interdisciplinary methods, digital models and tools, organizational technologies for monitoring and managing sustainable socio-economic, energy and environmental development and the quality of life of the population of regions specializing in agriculture"; the scientific topic code assigned by the founder is FZRN-2025-0005.

KEY WORDS: regional organizational systems, agriculture, sustainable development, quality of life, energy-ecological development, systems-energy approach, law of energy flow transformation, agricultural region, natural resource monitoring

кты, не связанные напрямую с сельским хозяйством, однако, экономика региона в целом сохраняет ярко выраженную сельскохозяйственную ориентацию. Исследования подтверждают, что в регионах, где сельское хозяйство является ключевым сектором, наблюдаются отличия по таким показателям, например, как занятость населения и эффективность ресурсов [10].

Аграрные территории, в отличие от регионов, специализирующиеся на сельском хозяйстве, представляют собой более локальный уровень (отдельные районы, поселки и сельские территории, где земля используется преимущественно для сельскохозяйственных целей [12]). Основным критерием в этом случае является структура землепользования, а именно преобладание сельскохозяйственных угодий и высокая интенсивность аграрного производства [11]. Аграрные территории можно найти, например, в отдельных сельских районах Республик Марий Эл, Чувашии или Мордовии, где практически вся площадь занята сельхозпроизводством. В этом случае определяющим фактором становится именно ландшафтно-земельный аспект [15].

Для регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, особую актуальность приобретает такой инструмент оценки, который смог бы дать комплексное представление о природных, социальных и экономических процессах, происходящих на заданной территории. Это, в свою очередь, свидетельствует о необходимости разработки и внедрения новых моделей оценки, которые позволяют фиксировать уровень экономической эффективности, учитывать качество жизни населения, состояние окружающей среды и энерго-экологические факторы, формируя комплексную основу для принятия научно обоснованных управленческих решений в регионах.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В рамках исследования в области оценки качества жизни и устойчивого энерго-экологического развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, авторы использовали методы иерархической классификации, математического анализа, математической статистики, а также методы расчетных исследований с использованием стандартных и оригиналь-

ных программных продуктов.

Теоретической основой послужили междисциплинарные исследования в области системно-энергетического подхода научной школы П.Г. Кузнецова. Настоящая работа продолжает научное направление, заложенное в трудах П.Г. Кузнецова, Б.Е. Большакова, А.Е. Петрова, в прикладном аспекте, позволяя проводить анализ развития региональных организационных систем разного уровня управления с использованием данных национальной и международной статистики и программно-информационного обеспечения, автоматизирующего работу с данными, расширяя доказательную базу и применимость теоретических положений [2, 3]. Источниками исходных данных по формированию репрезентативных показателей для работы послужили: база данных показателей Росстата [1], базы энерго-экологических и социальных показателей ситуационного центра Государственного университета управления [6].

Исследования в области оценки качества жизни и устойчивого энерго-экологического развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, активно ведутся в зарубежной литературе, однако, до настоящего времени не сформирован единый общепринятый подход. Анализ работ, посвященных этой проблематике, показывает, что большинство авторов применяют индикативный подход, позволяющий формировать набор социально-экономических и экологических показателей для комплексной характеристики процессов. Данный подход обеспечивает возможность сравнения территорий и выявления региональных различий. Вместе с тем исследования устойчивого развития регионов демонстрируют, что существующие методики часто ограничиваются экономическими и социальными индикаторами, уделяя недостаточное внимание энергоэффективности и экологической устойчивости (табл. 1).

Проведенный анализ показывает, что используемые экспертным сообществом методы и подходы к построению измеримых показателей развития региональных организационных систем различны, многие из них обеспечивают многоаспектность и полноту описания. При этом имеющиеся недостатки не позволяют говорить об удовлетворительном измерении развития во взаимосвязи с природными системами.

Вместе с тем, шаги в направлении измерения развития региональных организационных систем предпринимаются. Возможное решение указанной научной проблемы лежит в области использования энергетических показателей и опирается на то, что преобразование энергии происходит как в природной среде, так и в организационных системах. Это требует разработки и внедрения новых измеримых показателей, критериев развития региональных организационных систем, методик и технологий оценки текущего и целевого состояния на единой измерительной основе.

В 1968 г. П.Г. Кузнецов представил возможности энергетического анализа в управлении на основе измеримых показателей, описывающих взаимосвязи в природных и организационных системах [4]. В 2000 г. Б.Е. Большаковым защищена докторская диссертация, развивающая системно-энергетический подход, где представлены основы теории развития системы «общественное производство – природная среда» с использованием измеримых показателей, полученных на основе закона преобразования потока энергии. Б.Е. Большаковым разработаны прикладные модели и система показателей регионального развития в рамках системно-энергетического подхода [2].

В мировой науке наблюдается рост числа работ в области системно-энергетического подхода. Например, в работе Sorroche-del-Rey Y., Piedra-Muñoz, L., Galdeano-Gomez E. рассматривается взаимосвязь (на микро- и макроуровне) между различными аспектами развития природных и организационных систем, но с использованием только показателей энергопотребления [14].

В современных работах иностранных и российских авторов прослеживаются взаимосвязь с системно-энергетическим подходом и развитие научных взглядов Л. Ларуша, в которых применяется категория «энергия» и термодинамический анализ. Например, в работах Udriste C., Golubyatnikov V., Tevy I., Massimiliano Ferrara M., Ionel Tevy I., Dorel Zugravescu D., Florin Munteanu F. содержится развитый термодинамико-экономический словарь, описание физических и математических моделей (в том числе, с применением цикла Карно в прикладных задачах управления организационными системами) [16, 17]. Результаты исследований строятся на основе термодинамического описания организационных систем, представлены критерии эффективности управления ими с точки зрения энергетического подхода, сообщается о прикладных аспектах его применения. Однако система показателей не включает показатели, характеризующие эффективность использования (преобразования) природных ресурсов.

Отдельно выделяются работы китайских ученых. Например, в работе Jingxia Chai, Haitao Wu, Yu Hao представлены результаты продолжающегося исследования, где в основу оценки развития региональных организационных систем также положен только показатель энергопотребления. Заявляется, что «энергия является основным источником (мотиватором) экономического развития и ключевым фактором, определяющим качество жизни людей» [13]. Работа является новаторской в том, что ее авторы связывают факторы, ограничивающие достижение целей экономического развития, с потреблением энергии и проводят регрессионный анализ, чтобы продемонстрировать характер и механизм этой связи на примере регионов Китая (анализируются 30 провинций Китая за период 2006–2018 гг.).

ТАБЛИЦА 1.

Подходы и методы, положенные в основу измерения устойчивого развития

№ п/п	Наименование	Описание и ссылки
1.	«Правила Дейли»	Герман Э. Дейли, профессор университета Мэриленда, главный экономист Всемирного Банка, сформулировал в 1971 г. правила, определяющие условия экологической (термодинамической) устойчивости системы: скорость потребления (темпы роста) возобновляемых ресурсов не должна превышать скорость их восстановления; скорость потребления (темпы роста) невозобновляемых ресурсов не должна превышать скорость подбора возобновляемых альтернатив для каждого такого ресурса; скорость (темпы роста) загрязнения среды не должна превышать скорость, с которой среда способна поглотить это загрязнение, переработав или обезвредив его. Правила дополняют определение Г.Х. Брунтланн (наделяют этическую «форму» инструментальным «содержанием») и позволяют перевести рассмотрение перехода к устойчивому развитию в операциональную плоскость [7].
2.	«Эмергетический» подход	В конце 1990-х гг. экологи-системщики М.Т. Браун и С. Ульяти, используя ранее предложенную Г.Т. Одумом величину «эмергия» [5], разработали количественный «эмергетический индекс устойчивости», связывающий потребление и производство, нагрузку на экосистемы и их регенерацию [8]; позднее, с середины 2000-х гг., высказывались предложения соединить «эмергетический» подход с подходом GRI для наделения последнего развитой количественной составляющей [20].
3.	«Экологический след»	Метод «экологического следа», впервые предложенный в первой половине 1990-х гг. У. Рисом и М. Вакернагелем, предполагает количественную оценку устойчивости, основанную на сравнении объема ресурсов (включая землю, воду), потребного для поддержания существования рассматриваемого сообщества людей, с общим объемом соответствующих ресурсов, имеющимся в данной местности; метод применим для оценки влияния человека на окружающую среду в масштабе региона, страны, мира [19].
4.	«Круги устойчивости»	Метод «кругов устойчивости» предполагает представление данных по областям жизни и деятельности (экономика, экология, культура) в виде гибрида лепестковой и столбчатой диаграмм, образующего круг, поделенный на четыре равных сектора (по числу рассматриваемых областей); каждый сектор разделяется на подсекторы по числу учитываемых показателей, для каждого из которых дается качественная оценка (от «критической» до «превосходной» — всего 9 уровней, кодируемых цветом). Метод применяется для отображения ситуации в городах и иных поселениях, получил популярность (в особенности после «Рио+20») в силу наглядности представления результата [10].

В другой работе канадских ученых Bagheri M., Guevara Z., Alikarami M., Kennedy C.A., Doluweera G. предложена многофакторная модель, предназначенная для планирования регионального развития, проиллюстрированная на примере Канады [9]. Интерес представляет обращение в рамках этой модели к «энергетическому анализу», рассмотрению потоков энергии (производство/потребление) и коррелирующих денежных потоков. Это рассмотрение не ограничивается энергетикой и распространяется на продукты и процессы, не относящиеся к ней (здравоохранение, банки, транспорт и др., объединенные термином «non-energy products»). Ключевым отличием «энергетического анализа» от системно-энергетического подхода является теоретический фундамент: коэффициенты пересчета для «non-energy products» вводятся на базе оценки их «экологического следа» по аналогии с энергетическими продуктами (топливом, электричеством и т.д.), а не следуют из процессов, характеризующих преобразования ресурсов (энергии) в организационной системе. Работа канадских ученых при этом остается в русле системно-энергетического подхода и созвучна работам Г.Т. Одума [5].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для проведения оценки качества жизни устойчивого энерго-экологического развития регионов ис-

пользуются измеримые показатели, приведенные к единой мере (единице измерения) и полученные на основе закона преобразования потока энергии.

Закон преобразования потока энергии устанавливает, что потребляемые природные ресурсы могут быть представлены как сумма совокупного произведенного продукта и совокупных потерь в регионе (рис. 1):

$$\begin{aligned} N(t) &= P(t) + G(t), \\ P(t) &= N(t) \cdot \eta(t) \cdot \epsilon(t), \end{aligned} \quad (1)$$

где $N(t)$ — суммарное потребление природных ресурсов (полная мощность на входе); $P(t)$ — совокупный произведенный продукт (полезная мощность на выходе); $G(t)$ — мощность потерь или потери мощности; $\eta(t)$ — обобщенный коэффициент совершенства технологий (обобщенный КПД технологических систем или средний коэффициент полезного действия машин и механизмов, соответствующая технической скорости выпуска продукции).

Расчеты показали, что обобщенный коэффициент совершенства технологий в производстве топлива и электроэнергии (для машин и технологических процессов) находится в диапазоне 0,25–0,28 и 0,8–0,95 соответственно; $\epsilon(t)$ — коэффициент качества планирования; $\phi(t) = \eta(t) \times \epsilon(t) = P(t) / N(t)$ — эффективность использования ресурсов.

В работах научной школы П.Г. Кузнецова [2, 3, 4] формализованы критерии и измеримые показатели, полученные обобщением и переносом закона преобразования потока энергии (рис. 2).

Таким образом, критериями устойчивого энерго-экологического развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, являются: темп прироста совокупного произведенного продукта в единицах мощности (P), темп прироста суммарного потребления природных энергоресурсов (N), сокращение потерь мощности (G), повышение эффективности использования природных энергоресурсов (ϕ). А развитие региона определяется неубывающим темпом прироста совокупного произведенного продукта (P) за счет ускоренного повышения эффективности использования ресурсов системы (ϕ) при сохранении темпов прироста суммарного потребления ресурсов (N) и сокращения потерь мощности (G).

После отбора методологических оснований исследования и с учетом выявленных недостатков существующих подходов авторы предлагают алгоритм оценки качества жизни и устойчивого энерго-экологического развития регионов (рис. 3), специализирующихся на сельском хозяйстве.

Различные международные и национальные индексы качества жизни используют комбинацию разных критериев для сравнительной оценки стран и регионов мира. При этом к базовым критериям качества жизни относят три основные категории: экологические критерии (уровень загрязнения атмосферы, водоемов и почв и др.), социальные критерии (продолжительность жизни или смертность населения и др.), экономические критерии (например, уровень доходов населения и др.). Именно эти базовые критерии определяют главные направления оценки качества жизни, которые впоследствии дополняются более узкими показателями.

В основу алгоритма оценки положен закон преобразования потока энергии, позволяющий рассматривать регион как открытую систему, в которой хозяйственная деятельность, социальные процессы и природные ресурсы взаимосвязаны через энергетические потоки. Такой подход обеспечивает возможность интеграции социальных (показатель – нормирован-

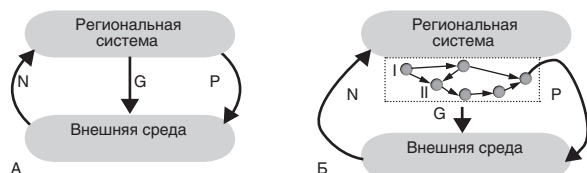


РИС. 1.

Взаимодействия региональных систем и подсистем. А – на уровне системы в целом; Б – на уровне взаимодействия отдельных подсистем систем

Е.Ф. ШАМАЕВА, А.А. ГОЛОВИН, Н.Н. МИХАЙЛОВ
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ И УСТОЙЧИВОГО
ЭНЕРГО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ,
СПЕЦИАЛИЗИРУЮЩИХСЯ НА СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ
(НА ПРИМЕРАХ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ,
АЛТАЙСКОГО И КРАСНОДАРСКОГО КРАЕВ)

ная на 100 лет ожидаемая продолжительность жизни), экономических (показатель – совокупный уровень жизни населения в единицах мощности) и экологических критериев (показатель – совокупное значение качества окружающей природной среды), а также позволяет оценивать влияние сельскохозяйственной специализации на устойчивое развитие и качество жизни населения (рис. 3). Обратим внимание, что для оценки качества жизни используются совокупные значения. Другие более узкие показатели, например, показатели, характеризующие качество здравоохранения в регионах, входят в состав выделенных и могут быть рассчитаны, например, как в случае с качеством здравоохранения в регионе, как доля от совокупного значения уровня жизни населения. При этом дополнительные исследования отдельных сфер (например, здравоохранения или образования) остаются важными прикладными проекциями распределения годового совокупного произведенного продукта (полезной мощности, P) в регионе.

В ряде работ подробно изложены примеры расчета интегральных показателей, приведен методический подход и сформулированы основные правила оценки качества жизни и энерго-экологической устойчивости. Эти материалы позволяют наглядно понять последовательность вычислений и применить методики в анализе различных регионов.

Для апробации предложенной методики оценки устойчивого энерго-экологического развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, исследуем с ее помощью некоторые регионы России, а именно: Республику Марий Эл, Алтайский край, Краснодарский край. Приведем частные и общие характеристики выделенных для анализа регионов (табл. 2).

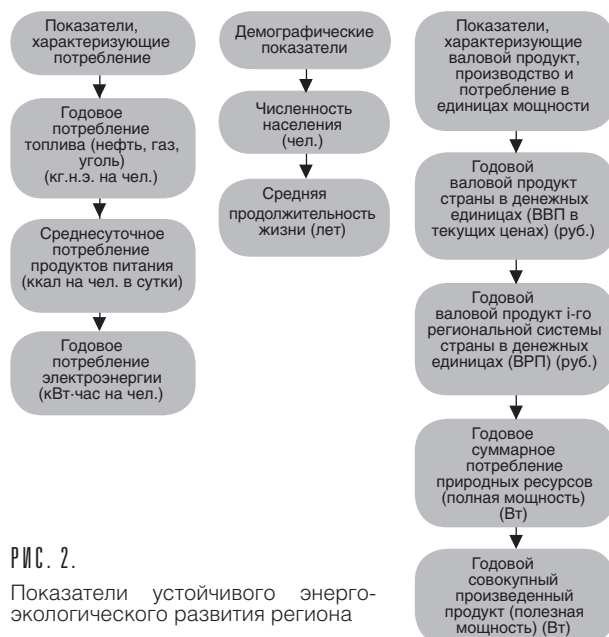


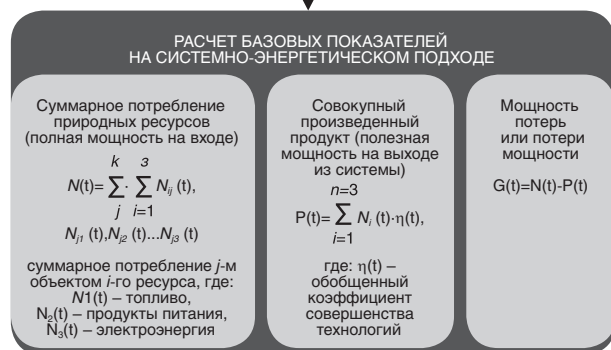
РИС. 2.

Показатели устойчивого энерго-экологического развития региона

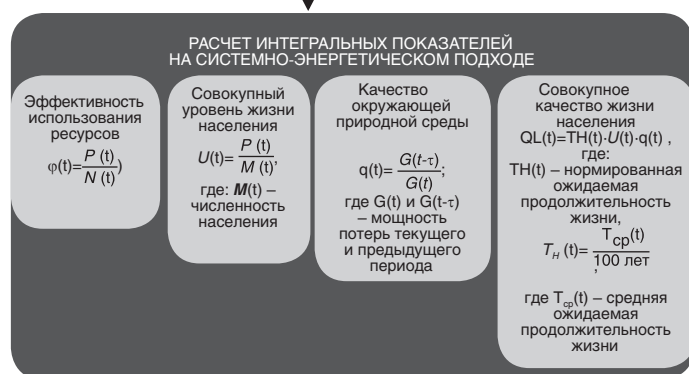
Этап 1 (подготовительный)

СБОР ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ПО БАЗОВЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Этап 2 (первичный)



Этап 3 (основной)



УЧЕТ ОСОБЕННОСТЕЙ ТЕРРИТОРИЙ

Этап 4

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

РИС. 3.

Алгоритм оценки качества жизни и устойчивого энерго-экологического развития регионов

Говоря о вкладе сельскохозяйственной отрасли в структуру ВРП, следует отметить, что среднее значение по России в 2023 г. составляло 3,7%. Тогда как в Краснодарском крае сельское хозяйство за последние годы обеспечивало в среднем 9,90% структуры ВРП, в Республике Марий Эл – 14,91%, Алтайском крае – 14,20%.

В результате рассчитаны показатели устойчивого энерго-экологического развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, на примерах Республики Марий Эл, Алтайский край, Краснодарский край, за период 2014–2023 гг. по предложенному алгоритму (рис. 4–9).

Краснодарский край стабильно демонстрирует наиболее высокий уровень потребления энергоресурсов (около 9–12 кВт/чел. в год), с выраженным

ростом после 2020 г. Это свидетельствует о высокой энергоёмкости региональной экономики и активном развитии сельскохозяйственного производства. Алтайский край и Республика Марий Эл имеют более низкие значения (5–7 кВт/чел. в год), что указывает на умеренную нагрузку.

Для всех трех регионов прослеживается тенденция постепенного роста потребления энергии, особенно после 2020 г., что может быть связано с технологической модернизацией и увеличением доли перерабатывающих предприятий в сельскохозяйственном секторе.

Если рассмотреть плотность суммарного потребления природных энергоресурсов, то Краснодарский край значительно опережает другие регионы – плотность энергопотребления достигает 800–900 кВт/км², что объясняется высокой плотностью населения и развитой инфраструктурой.

Республика Марий Эл характеризуется умеренной плотностью (150–200 кВт/км²), а Алтайский край – низкой (60–120 кВт/км²), что отражает разреженность расселения и преимущественно сельский характер землепользования.

После 2020 г. наблюдается рост показателя по всем регионам, наиболее выраженный в Краснодарском крае, что подтверждает тенденцию повышения энергетической нагрузки на территорию. Плотность энергопотребления напрямую связана с пространственной организацией региона.

Краснодарский край демонстрирует наибольшие значения совокупного качества жизни (до 4 кВт/чел.), хотя в динамике наблюдаются волнообразные колебания, связанные с качеством окружающей природной среды и внешними экономическими факторами. Алтайский край с 2018 г. показывает устойчивый рост, что указывает на постепенное улучшение социально-экономических условий. Республика Марий Эл имеет более низкие значения, однако, также демонстрирует положительный тренд в последние годы.

Если осуществить условную оценку вклада сельскохозяйственной отрасли в совокупный уровень жизни и качество жизни населения, то показатели в трех регионах близки по значениям. Средний вклад отрасли сельского хозяйства в совокупный уровень жизни данных регионов в 2016–2023 гг. составляет 0,34–0,38 кВт/чел., а совокупное качество жизни – 0,24–0,29 кВт/чел. Условность оценки обусловлена отсутствием дополнительных статистических показателей по энергоёмкости за указанные периоды. При этом следует отметить более высокий вклад отрасли сельского хозяйства

ТАБЛИЦА 2.

Частные и общие характеристики исследуемых регионов

Наименование региона	Описание и характеристики
Республика Марий Эл	– Структура экономики: сельское хозяйство занимает заметную долю в валовом региональном продукте. – Специализация: животноводство (молочное и мясное направление), картофелеводство, зерновые. – Особенности: высокая доля сельского населения, значительная часть территории занята сельскохозяйственными угодьями. – АПК — основа занятости в районах республики.
Алтайский край	– Один из крупнейших аграрных регионов России. – Производит около 10% зерна страны, значительные объёмы молока, мяса, подсолнечника. – Развита пищевая и перерабатывающая промышленность, связанная с сельхозпродукцией. – Большая доля занятости и инвестиций приходится именно на сельское хозяйство.
Краснодарский край	– Флагман сельского хозяйства России. – Лидер по производству зерновых, риса, овощей, фруктов, вина. – Сельское хозяйство формирует значительную часть ВРП региона и экспортного потенциала. – Имеет развитую агропромышленную инфраструктуру, логистику, аграрные вузы и НИИ.

Общие признаки, по которым регионы относят к регионам, специализирующимся на сельском хозяйстве:

- значительная доля сельского хозяйства в структуре ВРП, которая больше среднего значения по России.
- значительная занятость в сельском хозяйстве.
- развитая аграрная инфраструктура (переработка, хранение, транспорт).
- благоприятные природно-климатические условия для сельского хозяйства.
- традиционное развитие АПК как ключевой отрасли.

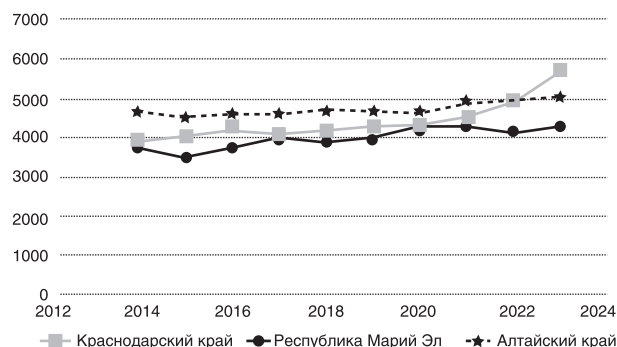


РИС. 4.

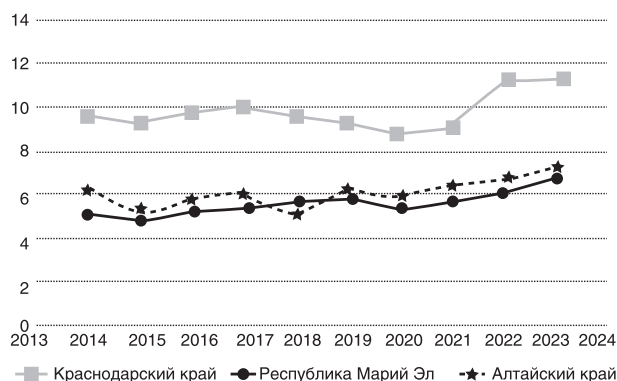
Динамика потребления электрической энергии,
кВт·час/чел.

РИС. 5.

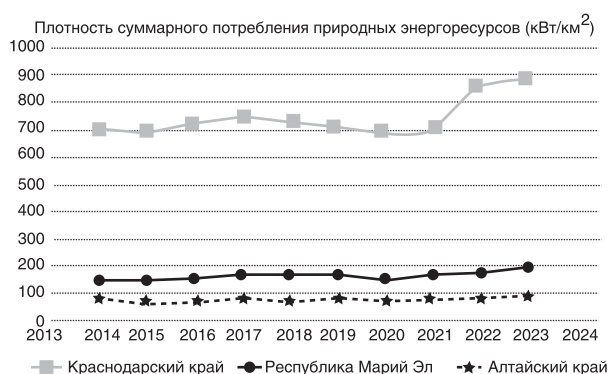
Динамика суммарного потребления природных энергоресурсов,
кВт/чел

РИС. 6.

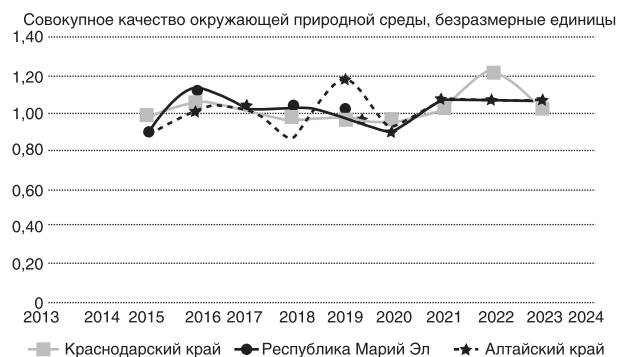
Динамика суммарного потребления природных энергоресурсов,
кВт/км²

РИС. 7.

Динамика совокупного значения качества окружающей
природной среды, безразмерные единицы

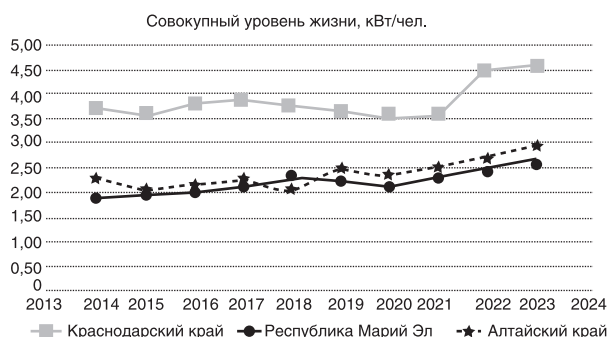


РИС. 8.

Динамика совокупного значения уровня жизни, кВт/чел



РИС. 9.

Динамика совокупного значения качества жизни, кВт/чел

Краснодарского края в совокупный уровень жизни и совокупное качество жизни по сравнению с Республикой Марий Эл и Алтайским краем, где доля сельскохозяйственной отрасли в структуре ВРП примерно в 1,5 раза выше (табл. 3). Это может свидетельствовать о более высокой продуктивности сельского хозяйства и производительности труда в Краснодарском крае.

Рассчитанные интегральные показатели позволяют не только оценить уровень качества жизни и энерго-экологической устойчивости в регионах, но и выявить конкретные области, где сосредоточены основные ограничения и потенциальные возможности для развития. Анализ показывает, что дисбалансы могут возникать в социальной, энергетической, экологической или пространственно-организационной подсистеме, их характер варьируется в зависимости от специфики региона и структуры сельского хозяйства.

Выводы

Системно-энергетический подход ориентирован на учет факторов развития сельских территорий: энергетического, экологического, социального и экономического. Важным отличием являются интегральные (совокупные) значения, сопоставимые между собой.

В результате исследования рассчитаны и представлены на примере трех регионов показатели качества жизни и энерго-экологического развития

регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве. Современные сельскохозяйственные регионы демонстрируют растущее энергопотребление и нагрузку на природные ресурсы, что создает новые вызовы для устойчивого развития. Так, в Краснодарском крае потребление природных энергоресурсов достигает 9–12 кВт на человека в год с плотностью 800–900 кВт/км², что превышает показатели других регионов, которые исследованы в работе. Высокий уровень энергопотребления сопровождается увеличением затрат на производство и усилением экологических дисбалансов. Без системного подхода к устойчивому энерго-экологическому развитию регионы могут столкнуться с деградацией и истощением ресурсов, ухудшением качества жизни населения.

Полученные расчеты могут стать основой для комплексного прогноза развития и обеспечить научное обоснование для корректировки документов территориального планирования. Интегральные показатели могут использоваться при разработке стратегий социально-экономического и энерго-экологического развития сельскохозяйственных регионов, а также при формировании комплексных региональных программ. Показатели темпов прироста совокупного произведенного продукта (P), суммарного потребления природных ресурсов (N), совокупного уровня жизни

ТАБЛИЦА 3.

Вклад сельскохозяйственной отрасли в совокупный уровень жизни и качество жизни населения в 2016–2023 гг.

Регион	Доля раздела А* в структуре ВРП в 2016–2023 гг., %	Вклад раздела А в совокупный уровень жизни в 2016–2023 гг., кВт/чел.	Вклад раздела А в совокупное качество жизни в 2016–2023 гг., кВт/чел.
Краснодарский край	9,90	0,388	0,293
Республика Марий Эл	14,91	0,342	0,243
Алтайский край	14,20	0,345	0,249

* Примечание: в Общероссийском классификаторе видов экономической деятельности (ОК 029-2014) раздел А включает сельское, лесное хозяйство, охоту, рыболовство и рыбоводство

(U) обеспечивают формирование управленческих решений (например, модернизировать оборудование, внедрить энергосберегающие технологии, улучшить экологические условия, повысить качество здравоохранения), оценки которых строятся на измеримом вкладе в рост совокупного качества жизни населения (социальный, экономический или экологический критерий), а также обеспечивают устойчивость принимаемых решений к экономическим шокам и кризисам, соразмерность разнородных процессов в регионе, формируют надежную стратегию развития в условиях риска и неопределенности.

В дальнейших исследованиях предполагается разработка программного модуля для автоматизированного расчета показателей качества жизни и устойчивого энерго-экологического развития с возможностью визуализации результатов в виде интерактивных карт. Применение этой методики позволит видеть новые прикладные проекции развития регионов, специализирующихся на сельском хозяйстве, выявлять на этой основе дисбалансы и корректировать управленческие решения с учетом принципов устойчивости и повышения качества жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. База данных показателей Федеральной службы государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 22.09.2025).
2. **Большаков Б.Е.** Основы теории развития системы общественное производство – природная среда с использованием измеримых величин: специальность 05.13.10. Дубна, 2000. 364 с.: ил. РГБ ОД, 71 01-5/550-9
3. **Головин А.А., Шамаева Е.Ф.** Методология разработки концепции устойчивого развития горных территорий // Устойчивое развитие горных территорий. 2024. Т. 16. № 4 (62). С. 1743–1755. DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-4-1743-1755
4. **Кузнецов П.Г.** Возможности энергетического анализа основ организации общественного производства / Эффективность научно-технического творчества. М.: Наука. 1968. С. 133–162.
5. **Одум Г.** Энергетический базис человека и природы. М.: Прогресс, 1978. 379 с.
6. Ситуационный центр Государственного университета управления. URL: <https://guu.nbics.net/ru/Situacionnyj-centr> (дата обращения: 22.09.2025).
7. **Шамаева Е.Ф.** Модели формализованной оценки и поддержки принятия решений при управлении региональным развитием на основе измеримых показателей // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. 2023. Т. 11. № 4 (43). С. 1–15. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.43.4.001
8. **Шичков А.Н., Борисов А.А., Кремлева Н.А.** Теория и практика проектирования математической модели экономической системы инженерного бизнеса // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2017. Т. 10. № 4. С. 207–216.
9. **BAGHERI M., GUEVARA Z., ALIKARAMI M., KENNEDY C.A., DOLUWEERA G.** Green growth planning: A multi-factor energy input-output analysis of the Canadian economy. *Energy Economics*. 2018. Vol. 74. P. 708–720. DOI:10.1016/j.eneco.2018.07.015.
10. **DOITCHINOVA J., STOYANOVA, Z.** Regional Aspects of Transformations in Agriculture: The Case of the Republic of Bulgaria. *Sustainability*. 2024. Vol. 16(23). 10711. <https://doi.org/10.3390/su162310711>.
11. European Environment Agency Rural areas – our link to the land. Copenhagen: European Environment Agency, 2005. 36 p. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9157-202-0/3.13.pdf>.
12. **GONZÁLEZ-ROMERO G., GUZMÁN G.I., RENTING H.** Territorialisated agrifood systems and sustainability: methodological approach on the Spanish state scale // *Sustainability*. 2022. Vol. 14. N 19. Article 11900. DOI: 10.3390/su141911900.
13. **JINGXIA CHAI, HAITAO WU, YU HAO.** Planned economic growth and controlled energy demand: How do regional growth targets affect energy consumption in China? *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. Vol. 185. DOI:10.1016/j.techfore.2022.122068.
14. **SORROCHE-DEL-REY Y., PIEDRA-MUÑOZ L., GALDEANO-GOMEZ E.** Interrelationship between international trade and environmental performance: Theoretical approaches and indicators for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*. 2023. №32(6). P. 2789-2805. DOI: 10.1002/bse.3270
15. **ȚĂRAN-MOROȘAN A., DINU A.M.** Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2018. Vol. 18. N3. P. 143–148. URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.18_3/Art19.pdf.
16. **UDRISTE C., FERRARA M., IONEL TEVY I., DOREL ZUGRAVESCU D., FLORIN MUNTEANU F.** Phase diagram for Roegenian economics. *Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*. 2019. Vol 97. N 1. A3. DOI: 10.1478/AAPP.971A3.
17. **UDRISTE C., GOLUBYATNIKOV V., TEVY I.** Economic Cycles of Carnot Type. *Entropy*. 2021. №23(10). 1344. DOI: 10.3390/e23101344.
18. United States Department of Agriculture. Economic Research Service. Farm Resource Regions. Agricultural Information Bulletin. N 760. Washington D.C. USDA ERS. 2000. 72 p. URL: https://www.ers.usda.gov/web-docs/publications/42298/32489/aib-760_002.pdf.
19. **WACKERNAGEL M., REES W.** Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers. 1996.
20. **WOMERSLEY M.** A Peculiarly American Green: Religion and Environmental Policy in the United States. 2002. P. 19–21.

REFERENCES

1. Database of indicators of the Federal State Statistics Service. URL: <https://rosstat.gov.ru> (date of reference: 09.22.2025) (In Russian).
2. BOLSHAKOV B.E. Fundamentals of the theory of the development of the public production system – the natural environment using measurable quantities: specialty 05.13.10. Dubna, 2000. 364 p.: ill. RGB OD, 71 01-5/550-9 (In Russian).
3. GOLOVIN A.A., SHAMAEVA E.F. Methodology of developing the concept of sustainable development of mountainous territories. *Ustoychivoye razvitiye gornykh territoriy*. 2024;16;4;(62):1743-1755. DOI: 10.21177/1998-4502-2024-16-4-1743-1755 (In Russian).
4. KUZNETSOV P.G. Possibilities of energy analysis of the fundamentals of the organization of social production. In collection: The effectiveness of scientific and technical creativity. Moscow: Nauka. 1968:133–162 (In Russian).
5. ODUM G. The energy basis of man and nature. Moscow. Progress. 1978:379. (In Russian).
6. Situational Center of the State University of Management. URL: <https://guu.nbics.net/ru/Situacionnyj-centr> (date of request: 09.22.2025) (In Russian).
7. SHAMAEVA E.F. Models of formalized assessment and decision support in managing regional development based on measurable indicators. *Modelirovaniye, optimizatsiya i informatsionnyye tekhnologii*. 2023;11;4 (43):1–15. DOI: 10.26102/2310-6018/2023.43.4.001 (In Russian).
8. SHICHKOV A.N., BORISOV A.A., KREMLEVA N.A. Theory and practice of designing a mathematical model of the economic system of engineering business. *Nauchno-tekhnicheskiye vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskiye nauki*. 2017;10;(4):207–216. (In Russian).
9. BAGHERI M., GUEVARA Z., ALIKARAMI M., KENNEDY C.A., DOLUWEERA G. Green growth planning: A multi-factor energy input-output analysis of the Canadian economy. *Energy Economics*. 2018;74:708–720. DOI:10.1016/j.eneco.2018.07.015.
10. DOITCHINOVA J., STOYANOVA Z. Regional Aspects of Transformations in Agriculture: The Case of the Republic of Bulgaria. *Sustainability*. 2024;16(23). 10711. <https://doi.org/10.3390/su162310711>.
11. European Environment Agency Rural areas – our link to the land. Copenhagen: European Environment Agency, 2005:36. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/92-9157-202-0/3.13.pdf>.
12. GONZÁLEZ-ROMERO G., GUZMÁN G.I., RENTING H. Territorialized agrifood systems and sustainability: methodological approach on the Spanish state scale. *Sustainability*. 2022;14;19:11900. DOI: 10.3390/su141911900.
13. JINGXIA CHAI, HAITAO WU, YU HAO. Planned economic growth and controlled energy demand: How do regional growth targets affect energy consumption in China? *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;185. DOI:10.1016/j.techfore.2022.122068
14. SORROCHE-DEL-REY Y., PIEDRA-MUÑOZ, L., GALDEANO-GOMEZ E. Interrelationship between international trade and environmental performance: Theoretical approaches and indicators for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*. 2023;32;(6):2789–2805. DOI: 10.1002/bse.3270
15. ȚĂRAN-MOROȘAN A., DINU A.M. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development. 2018;18;(3):143–148. URL: https://managementjournal.usamv.ro/pdf/vol.18_3/Art19.pdf.
16. UDRISTE C., FERRARA M., IONEL TEVY I., DOREL ZUGRAVESCU D., FLORIN MUNTEANU F. Phase diagram for Roegenian economics. *Atti della Accademia Peloritana dei Pericolanti. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali*. 2019;97;(1). A3. DOI: 10.1478/AAPP.971A3
17. UDRISTE C., GOLUBYATNIKOV V., TEVY I. Economic Cycles of Carnot Type. *Entropy*. 2021;23;(10):1344. DOI: 10.3390/e23101344
18. United States Department of Agriculture. Economic Research Service. Farm Resource Regions. Agricultural Information Bulletin. N 760. Washington D.C.. USDA ERS. 2000:72. URL: https://www.ers.usda.gov/web-docs/publications/42298/32489/aib-760_002.pdf.
19. WACKERNAGEL M., REES W. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers. 1996.
20. WOMERSLEY M. A Peculiarly American Green: Religion and Environmental Policy in the United States. 2002:19–21.

Шамаета Екатерина Федоровна,

к.т.н., доцент, в.н.с. Лаборатории управления устойчивым развитием и качеством жизни населения регионов Марийского государственного университета, доцент кафедры управления природопользованием Института отраслевого менеджмента Государственного университета управления

☎ тел.: +7 (495) 377-77-88, доб. 3739, 3735,
e-mail: ef_shamaeva@guu.ru

Головин Андрей Аркадьевич,

к.э.н., зав. Лабораторией управления устойчивым развитием и качеством жизни населения регионов Марийского государственного университета, доцент кафедры управления природопользованием Института отраслевого менеджмента Государственного университета управления

☎ тел.: +7 (495) 377-77-88, доб. 3739, 3735,
e-mail: aa_golovin@guu.ru

Михайлов Николай Николаевич,

к.г.н., доцент, в.н.с. Лаборатории управления устойчивым развитием и качеством жизни населения регионов Марийского государственного университета, и.о. зав. кафедрой управления природопользованием Института отраслевого менеджмента Государственного университета управления

☎ 109542, г. Москва, Рязанский пр-т, д. 99,
тел.: +7 (495) 377-77-88, доб. 3739, 3735,
e-mail: nn_mikhaylov@guu.ru