

1.6.12.
УДК 336.338

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И БИОГЕОГРАФИЯ,
ГЕОГРАФИЯ ПОЧВ И ГЕОХИМИЯ ЛАНДШАФТОВ

Белоусов А.И.,
Михайлова Г.В.

Северо-Кавказский федеральный университет
г. Ставрополь, Россия

**АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ЗЕМЕЛЬНЫХ
РЕСУРСОВ ОТРАСЛЕЙ РАСТЕНИЕВОДСТВА
В СИСТЕМЕ ТРЕБОВАНИЙ УСТОЙЧИВОГО
РАЗВИТИЯ**

DOI: 10.37493/2308-4758.2022.4.2

Введение.

В статье рассматриваются вопросы, связанные с актуализацией проблемы получения экологически чистой продукции в контексте требований устойчивого развития и нарастающей нехватки продовольствия. Основой повышения уровня устойчивости в сельском хозяйстве должны выступать процессы валового сбережения потенциала продуктивности земельных ресурсов. С этих позиций необходима интеграция показателей рационального природопользования в систему оценки совокупного капитала хозяйствующих субъектов функционирующих на низовом территориальном уровне.

Материалы и методы
исследования.

Посредством использования балансовых обобщений, специализированной системы коэффициентов, картографических изысканий показана важность жесткого соблюдения нормативного подхода при оценке параметров продуктивности земельных ресурсов, как в части их искусственной так органической поддержки.

Результаты.

Используя процедуры моделирования, представлены варианты возмещения питательных веществ в почве, позволившие сформировать блочную модель прогноза аграрного природопользования, ориентированного на необходимость приращения капитала и прежде всего в части его земельной формы.

Выводы.

Использование такой модели позволяет сделать вывод о необходимости повышения интегрирующей значимости территориальных органов охраны окружающей среды, которые должны быть ориентированы на целостную систему мониторинга состояния земельных ресурсов, позволяющих повысить синергетическую роль информационных потоков низовых хозяйствующих и территориальных субъектов.

Ключевые слова:

природопользование, деградация земель, продуктивность, эколого-экономическая эффективность, удобрения, урожайность, баланс.

Belousov A.I.,
Mikhailova G.V.

North Caucasus Federal University
Stavropol, Russia

Analysis of the Productivity of Land Resources of Crop Production Industries in the System of Sustainable Development Requirements

- Introduction.** The article discusses issues related to the actualization of the problem of obtaining environmentally friendly products in the context of the requirements of sustainable development and the growing shortage of food. The basis for increasing the level of sustainability in agriculture should be the processes of gross savings of the productivity potential of land resources. From these positions, it is necessary to integrate environmental management indicators into the system of assessing the total capital of economic entities operating at the grassroots territorial level.
- Materials and methods of research.** Through the use of balance generalizations, a specialized system of coefficients, cartographic surveys, the importance of strict compliance with the normative approach in assessing the parameters of productivity of land resources, both in terms of their artificial and organic support, is shown.
- Results.** Using modeling procedures, variants of nutrient recovery in the soil are presented, which made it possible to form a block model of the forecast of agricultural nature management, focused on the need for capital increment and, above all, in terms of its land form.
- Conclusions.** The use of such a model makes it possible to conclude that it is necessary to increase the integrating importance of territorial environmental protection bodies, which should be focused on an integrated system of monitoring the state of land resources, allowing to increase the synergetic role of information flows of grassroots economic and territorial entities.
- Key words:** nature management, land degradation, productivity, ecological and economic efficiency, fertilizers, yield, balance.

Введение

Современное понимание принципов и требований устойчивого развития, основанных на сохранении и приумножении задействованного обществом ресурсного и, прежде всего, природного потенциала подвергается мощным экстерналиям внешнего и внутреннего воздействия. Классическим примером здесь служит проблема, связанная с зеленой революцией в АПК, попытка перехода на производство экологически чистой продукции [9]. Получение последней, как известно, связано с минимизацией использования интенсивных факторов производства, базирующихся на широком использовании искусственных стимуляторов продуктивности в части задействованных земельных ресурсов, включающих минеральные удобрения, средства защиты растений, повсеместное использо-

вание механизации и т.д. Резкое сужение их использования при выращивании экологически чистой продукции позволяет, хотя и с определённым временным лагом, достигнуть желаемого результата, но одновременно приводит и к существенному падению продуктивности задействованных земельных ресурсов. Это оказывается абсолютно неприемлемым в условиях нарастающего дефицита продовольствия, а высокие цены на органическую продукцию приводят к резкому снижению спроса на неё, не говоря уже об различных логистических осложнениях. Это требует существенного переосмысления качества задействованных природных и прежде всего земельных ресурсов как с точки зрения эффективности так и экологии.

Материалы и методы исследования

Исследование вопросов повышения эколого-экономической эффективности в землепользовании объективно ориентированы на территориальные их особенности с последующей дифференциацией на более мелкие зоны более полно учитывающие природно-климатические факторы. Последнее предопределило выбор земельных ресурсов сельскохозяйственного назначения Ставропольского Края объектом исследования, по материалам которого и выполнялись расчёты. Он характеризуется достаточным объёмом показателей и параметров с различных сторон отражающих агро-экологические и экономические аспекты землепользования в системе требований устойчивого развития.

Интегральный, комплексный характер оценки уровня устойчивого развития землепользования обусловил необходимость широкого использования картографических схем, а также инструментария ориентированного как на естественно-научные оценки и изыскания так и на эколого-экономические. В этом отношении в работе широко использовались такие методы как различные вариации балансовых обобщений при оценке продуктивности земельных ресурсов, нормативный метод, инструменты оценки интегральной эффективности природопользования (коэффициентный и агрегатный), методы текущего мониторинга состояния почвы, многофакторное моделирование динамических рядов, экспоненциальное сглаживание, аппроксимирующие функции.

Результаты исследования и их обсуждение

В настоящее время интенсивность использования земельных ресурсов продолжает оставаться высокой и даже усиливается. К числу таких наиболее значимых факторов интенсивности земледелия относится использование минеральных и органических удобрений. Несмотря на определённый рост их применения в Ставропольском крае, ситуация с балансом основных питательных элементов в почвах сохраняет значительный дефицит и по азоту, и по фосфору, и по калию. Достаточно сказать, что по данным учёных СНИИСХ (Ставропольского научно-исследовательского института сельского хозяйства) такой разрыв составляет несколько раз и наблюдается уже на протяжении десятилетий [10]. Правда уровень декомпенсации по питательным веществам существенно разнится из-за разнообразия природных условий, пониженной естественной влагообеспеченности, неоднородности почв. Причём наиболее сложная ситуация наблюдается в засушливых природно-климатических зонах Ставропольского края, на долю которых приходится практически две трети пахотных угодий и где декомпенсация оказывается на 40–50% выше, чем в зонах более или менее устойчивого увлажнения, что приводит к дополнительным агротехническим осложнениям [8].

Ослабление засухоустойчивости во многом связывают с использованием паровых земель, позволяющих повысить запасы влаги на 12–15% от объема выпавших осадков. В процессе парования земель, возрастает накопление в почве легко усваиваемых форм азота.

Однако, широкое использование чистых паров, способствует обострению проблемы по сохранению органических веществ, что приводит к необходимости их расширенного использования, а также увеличивает посадки сидеральных культур. Ещё более сложным представляется восстановления питательных балансов на эродированных, засоленных и солонцовых почвах.

Следует иметь в виду и тот факт, что большинство земель края характеризуется низким содержанием подвижных форм фосфора, хотя его общие объёмы достаточно велики. Приблизительно один из миллиона гектаров пашни имеют содержание фосфора менее 15 мг/кг при норме 30–35 мг/кг, для ликвидации этого дефицита, непосредственная эффективность использования минеральных удобрений

ний характеризуется обратной зависимостью от уровня обеспеченности почв питательными элементами. При этом, уровень азотных удобрений тесно связан со спецификой севооборота, а фосфор и калий напрямую зависят от объема внесения соответствующих удобрений. Однако, рассматривая эффективность использования минеральных удобрений, следует отметить их пороговый характер, в соответствии с которым насыщать почву удобрениями можно только до определённого предела, после достижения которого начинается снижение продуктивности земель. С точки зрения оценки уровня экологической чистоты получаемой продукции отраслей растениеводства, именно порог предельной эффективности использования искусственного стимулирования продуктивности земель объективно может выступать определённым верхним критерием степени загрязнения получаемой продукции [10].

Использование органических удобрений требует соблюдения ряда условий. В частности производство сельскохозяйственной продукции должно располагаться недалеко от центров животноводства. При наличии удалённых территорий восполнения органических питательных веществ осуществляется за счёт т.н. пожнивно-корневых остатков использования сидератов и соломы. Причём внесение органических удобрений в объеме менее 3 тонн на 1 га используемых сельскохозяйственных земель малоэффективно. При сложившемся уровне урожайности, дефицит баланса питательных веществ в Ставропольском крае в части органических соединений достигает 0,5–0,7 тонны на 1 гектар. Однако в условиях недостаточного развития отраслей животноводства при потребности в навозе 12–14 млн тонн, его выход не превысил 5–7 млн тонн, что ухудшает показатели земельных балансов продуктивности. Правда использование навоза в качестве удобрения повышает риск загрязнения атмосферы газообразными соединениями [6, 10].

В процессе планирования величины потребляемых минеральных удобрений необходимо ориентироваться на нормативы их внесения рекомендованные соответствующими региональными научными организациями. Но даже эти нормы регионального характера объективно требуют корректировок, причём иногда очень существенных, на уровне конкретных хозяйствующих хозяйств. С этой целью учитывается обеспеченность почвы питательными элемен-

тами. Исходя из таких расчётов формируется объект дополнительных объемов внесения того или иного вида минеральных удобрений, позволяющих восстановить баланс питательных элементов как на микро-, так и на мезоуровнях.

При определении годовых норм внесения удобрений ориентированных на *i*-й вид растениеводческой продукции, следует скорректировать их объемы на величину элементов питания почвы, используемых севооборотов, а также структурных составляющих питательных веществ накопленных на более ранних стадиях.

Однако, использование балансовых методик продуктивности земельных ресурсов, подробно рассмотренных в работах [1, с. 71, 1, с. 11] имеет существенный недостаток, поскольку в любом случае он базируется на т.н. усреднённых данных. Эти данные весьма сильно варьируют в конкретных почвенно – климатических условиях гранулометрического состава выращиваемых культур и т.д. С этой точки зрения, балансовые расчёты требует очень мощной поддержки по линии экспериментальных данных, более того дифференцированного подхода при определении норм внесения минеральных удобрений, так же необходимы подробные данные по генезису почвенного покрова, его химическому составу, характеру реакции удобрений и т.д. В результате, из-за постоянно изменяющихся факторов внешней среды, годовая потребность в удобрениях предполагает систему корректировок опирающейся на результаты почвенной и растительной диагностики, осуществляемой в предпосевной период и в течении всего вегетационного периода *i*-й растениеводческой культуры.

Наибольший эффект может быть достигнут только при использовании системного подхода к использованию удобрений, предполагающего последовательное выполнение ряда мероприятий, а именно:

- а) противоэрозионные и мелиоративные мероприятия;
- б) оценка величины накопленных органических удобрений;
- в) разработка плановых систем использования минеральных удобрений на ближайший год с определением потребностей в средствах производства и рабочей силы;

- г) расчёт экономической, а в ряде случаев экологической эффективности применяемых средств.

В том случае если речь идёт о многолетнем периоде, то следует принимать во внимание и схемы севооборота. Дело в том, что в каждом севообороте всегда выделяется ведущие культуры, на долю которых приходится основная масса получаемого хозяйствующими субъектами дохода, либо потребляемых для собственных нужд. Именно по этим культурам отдается приоритет в выделении необходимого объема минеральных удобрений. Что касается других сельскохозяйственных культур, то повышение их урожайности осуществляется в рамках последствия удобрений, уже внесённых под основные культуры. Более того, весьма часто объем внесения удобрений может быть значительно снижен, а многие хозяйства начинают прибегать к другим, зачастую альтернативным технологиям, например, использование биологического азота, фиксированного бобовыми культурами из атмосферы.

В конечном итоге процесс возмещения питательных веществ в почвенном покрове возможен в трех вариациях:

- а) полное возмещение питательных веществ в соответствии с разработанными агротехническими методиками ($\Sigma\Pi_0 = \Sigma\Pi_1$);
- б) частичное возмещение величины питательных веществ с последующим их истощением ($\Sigma\Pi_0 < \Sigma\Pi_1$);
- в) избыточное возмещение питательных веществ ($\Sigma\Pi_0 > \Sigma\Pi_1$),

где $\Sigma\Pi_0, \Pi_1$ – уровень питательных веществ в базовом и отчётном периодах.

Следует отметить, что в соответствии с действующими методиками отнесение расходов минеральных и органических удобрений относится на себестоимость выращиваемой сельскохозяйственной продукции [11]. Это, в значительной мере, искажает фактическое эколого-экономическое состояние производственной деятельности, поскольку весьма слабо увязывается с научно обоснованными нормативами по восстановлению уровня почвен-

ного плодородия. В частности, по данным учёных СНИИСХ при выращивании 1 центнера зерна расходуется 2,8 кг азотных удобрений, 2,3 кг фосфорных и 1,8 кг калийных. В итоге, при существующем диспаритете цен стоимостное отражение возмещения продуктивности земель часто не соответствует их натуральному эквиваленту [10].

В этом отношении принципиально важное значение имеет агромониторинговое обеспечение этого процесса. Особенно детально следует проводить такие мониторинговые исследования в части производства экологически чистой или, как её иногда называют, органической продукции [14]. Последнее связано с тем, что это производство имеет ряд особенностей по восстановлению баланса почвенного плодородия, а традиционные способы такого восстановления весьма часто малоэффективны. Получение здесь собственно экономического эффекта ещё не служит основанием для полного осуществления законченности воспроизводственного цикла, особенно в сельском хозяйстве. Здесь имеет место ярко выраженная сезонность хозяйственных процессов, разрыв между начальной величиной вложенных средств на начальном производственном цикле и финансовым возмещением [12].

Очень сложная ситуация возникает в том случае, когда активы, направляемые на восстановление почвенного плодородия, не позволяют обеспечить даже простое воспроизводство используемых в хозяйственных процессах природных ресурсов, что приводит к тому, что величина наносимого ущерба оказывается выше достигнутого финансового результата [13].

Обеспечение системного подхода к оценке эколого-экономической эффективности следует увязывать с эффективностью и в связанных с аграрным производством отраслях, поскольку поставляемая из них продукция имеет различный характер и уровень отрицательного воздействия на окружающую среду [7]. Поэтому необходима последовательная корректировка тех или иных отраслевых моделей природопользования, сопряженных с показаниями экологической чистоты используемых в АПК средств обеспечения производственной деятельности. В частности учёт потерь от выноса питательных веществ может осуществляться по итогам переоценки сельскохозяйственных ресурсов, включающих, в виде безу-

словной доказательной базы, информацию агрохимических служб. Текущие же изменения могут отражаться посредством использования расчётных методов и в частности балансов продуктивности земель, хотя такой учёт требует применения классических её вариантов, а не различных схем упрощения.

Программное обеспечение блочной модели аграрного природопользования дает возможность осуществлять многовариантные оценки и анализ складывающейся ситуации, что позволяет более точно определяться со специализацией хозяйственной деятельности, обосновывать наиболее адекватные технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур с учётом тех или иных экологических ограничений [19, 20].

В целом, необходимо констатировать, что рост капитала, составной частью которого, является увеличение величины тех или иных природных ресурсов, в том числе и посредством приращения их продуктивности приводит к росту эколого-экономической эффективности. Посредством использования интегрального подхода при отражении и адекватной оценки материально-вещественных, финансовых и природных ресурсов, выстраивается и алгоритм влияния улучшения результативности хозяйственной деятельности.

При оценке интегральной эффективности природопользования, логично решать и другую задачу, а именно отражение уровня загрязнения тех или иных составных частей окружающей природной среды, также мониторинг рекультивационных и почв восстановительных мероприятий. При этом выбор результативных показателей активов не представляет особых сложностей, лишь в части тех природных активов, которые носят как антропогенный характер, так и естественный. Это позволяет корреспондировать их с валовым сбережением.

Ориентации на критерии валового сбережения являющиеся основой расширенного типа воспроизводства позволяет обеспечить максимально возможный прирост активов хозяйствующих субъектов в аграрном секторе предприятий с учётом ограничительных средозащитных параметров.

Принимая во внимание последнее обстоятельство, следует иметь в виду неоднозначность расширения объема основных фондов природоохранного характера. С одной стороны, их использование мо-

жет считаться экстенсивной формой охраны природной среды, своеобразным отвлечением привлекаемого капитала в рамках хозяйственной деятельности, понимаемой в широком смысле слова, но, одновременно, их использование весьма целесообразно в том случае, если инвестиции в текущем измерении в соответствии с их функциональным назначением, оказываются меньше, чем величина предотвращённого ущерба в экологическом, социальном и, собственно экономическом ракурсах [17]. Сравнительная же оценка уровня эффективности работы природоохранных основных средств может осуществляться через такой показатель, как экологическая фондоотдача. Она равняется частному от деления величины очистки и нейтрализации токсичных элементов, как в натуральном, так и в денежном выражениях к средневременному объёму указанной категории основных фондов [16, 18].

Использование удобрений должно учитывать особенности агротехнологий и в частности применении энерго – и почвосберегающих мероприятий с поверхностной и нулевой обработкой почвы. Здесь речь идёт о большом снижении роли основных удобрений, что обусловлено малой глубиной обработки и сокращением продолжительности использования их растениями. Концентрация удобрений, в этом случае, увеличивается в верхнем почвенном слое, который всегда теряет много влаги, что приводит к падению эффективности удобрений, а в ряде случаев и угнетает растения. На практике это приводит к снижению почти наполовину доз внесения фосфора и калия. При этом, нельзя полностью заменить основное внесение удобрений какими-либо другими способами и приемами. Здесь возможна лишь частичная компенсация за счёт увеличения калийных и фосфорных удобрений под предшествующие культуры при глубокой зяблевой вспашке в будущем.

Данная минимальная обработка почвы при регулярном внесении удобрений способствует дифференциации верхнего слоя почвы по ряду агрохимических параметров, когда концентрация питательных веществ начинает проявляться в более глубоких уровнях почв.

Следовательно, такой подход более целесообразен на землях уже накопивших богатый объём питательных веществ. Основная опасность этой ситуации заключается в том, что такой процесс может осуществляться в достаточно долгом временном промежутке, иметь тенденцию к улучшению особенно в районах засушливого земледе-

лия. Все это приводит к необходимости регулярного возврата к классической обработке земли. Очень тщательно необходимо относиться, в условиях минимизации обработки почвы, к особенностям внесения азотных удобрений. Здесь обязательны и ранневесенняя подкормка озимых культур, четкое выявление неблагоприятных предшественников накопления в почве оптимальных объемов влаги

Кроме этого, эффективность новых агротехнических и агрохимических технологий, носящих экологощадящий характер требует максимального учета особенностей ландшафта, почвенно-климатических факторов, уровня обеспеченности сельскохозяйственных предприятий средствами искусственного стимулирования продуктивности земель.

С нашей точки зрения, при исчислении эколого-экономической эффективности землепользования необходима жестко-функциональная зависимость ее от конкретных форм и видов деградиционных процессов и прежде всего, как уже указывалось выше, четкая увязка с деградиационными процессами антропогенного и естественного характера.

Любые изменения качественных параметров почвенного покрова в обязательном порядке должны отражаться в стоимости, соответствующих земельных ресурсов. В свою очередь земельные ресурсы рассматриваются как составная часть природных активов и это предполагает использование отдельного подхода к возникновению деградиационных процессов и их причин. С точки зрения информационно-контрольного обеспечения этого процесса целесообразно одновременно использовать как расчетных балансов продуктивности так и текущий банк данных агрохимических мониторинговых исследований и оценок.

Для анализа степени влияния естественно-природных деградиационных процессов целесообразно, на наш взгляд, воспользоваться исчислением разности между начальной общей продуктивностью задействованных земельных угодий и потерей питательных элементов в результате получения i -ого урожая. Рассчитанная таким образом, разность, затем сравнивают с конечным объемом питательных веществ, измеренных на конец исследуемого отчетного периода, и указанное значение может характеризовать уровень деградиационных истощения земель от естественно-природных процессов.

Нейтрализация деградационных процессов, допущенных хозяйствующим субъектом должна возмещаться за счет источников этих же субъектов, что должно конкретизироваться в отчетности земельных активов. В том же случае, если ущерб получен из-за различных причин естественно-природного характера, то его целесообразно возмещать либо с помощью процедур страхования, либо за счет создания специализированных фондов экологического назначения.

При создании моделей, оптимизирующих движение материально-финансовых и природных потоков первичный приоритет необходимо отдавать отраслям растениеводства поскольку именно они определяют качество животноводства, особенно стойловое.

При построении рационального природопользования в отраслях сельского хозяйства следует соблюдать ряд ограничительных моментов:

- 1) величина земельных активов в части содержания питательных элементов должен соответствовать нормативным значениям;
- 2) потоки движения активов, их оценка должна осуществляться в сопоставимых оценках;
- 3) набор питательных веществ подлежащих мониторингу в обязательном порядке должны охватывать азот, фосфор, калий, гумус;
- 4) система расчетов должна осуществляться в расчете на 1 га используемых земельных угодий;
- 5) исчисление величины ущерба целесообразно вести в рамках нормативной стоимости земли;
- 6) внутреннее строение блоков, различных видов активов следует основывать на системе балансовых обобщений и уравнений.

Главной целью такого рода моделирования эколого-экономических процессов является решение двух групп вопросов:

- I. Соблюдение необходимых условий для обеспечения расширенного воспроизводственного цикла;
- II. Соблюдение и учет эколого-экономических ограничений в процессе расширенного воспроизводства.

Само же возникновение экологических издержек не должно противоречить принципам оптимальности себестоимости.

Оценка уровня деградационных процессов, касающихся земли, осуществляется посредством использования совокупности индикаторов как частной, так и общего порядка. Эти индикаторы характеризуются набором критических значений. Часть из этих индикаторов связаны с оценкой деградационных процессов в основе которых лежат естественно-природные факторы либо последствия т.н. экстенсивных форм природопользования (каменистость, земельных угодий, расчленённости местности, овражной сетью, каменистостью, величиной каких-то разливов и надводными обменными процессами. Индикаторы же ориентированные на интенсивный тип природопользования связаны с изучением мощности почвенного гумуса, величины токсичных солей в пахотном слое, роста токсичной щелочности, почвенной целостностью и т.д.

Введение совокупности выше перечисленных индикаторов в многофакторную модель природопользования в сельском хозяйстве должно учитывать и пространственные аспекты ориентированных на разные уровни иерархии в различные периоды времени. Пространственное информационное обеспечение позволяют оценивать влияние и прошедших периодов времени. Сами же многофакторные модели эколого-экономической направленности могут носить как статический так и динамический характер. Последнее в наибольшей степени будет соответствовать смыслу пространственно- временной информации [16].

Для формирования многофакторной модели динамического плана необходимо и изыскания нескольких видов зависимостей, которые раскрывают усреднённое влияние факторов-аргументов на изучаемый процесс за определенный период времени.

$$Y_t^l = f_1^l (X_1^l, X_2^l \dots X_m^l).$$

Степень указанного влияния может выражаться различными показателями, а именно: коэффициентами регрессии частными коэффициентами эластичности, β -коэффициентами, изменяющиеся от одного промежутка времени к другому. С целью выяснения влияния факторов инновационного характера необходимого

построение группы корреляционных функциональных зависимостей, которые дополнительно исследуются на степень влияние временных лаговых ограничений [3, с. 77].

Характерной чертой динамических рядов коэффициентов регрессии является раскрытие общей тенденции развития того или иного явления складывающегося под двойным влиянием, а именно:

- структурных факторных составляющих;
- изменение значений этих фактора во времени.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что провести четкое выделение влияния этих причин очень сложно поскольку они подчиняются закономерностям характерным при построение любых моделей регрессионного характера. Конкретное исчисление влияния факторов аргументов на изучаемый процесс в момент времени $t + 1$ t предполагает прогнозирование по одному из методов конкретного временного лага.

Исходной информацией при построении динамической модели выступали данные за 2009–2021 годы, с исключением организаций, условия деятельности которых существенно отличаются от типичных выращивающих зерновые культуры, а также где имелись маломерные аномальные показатели, либо их не хватало. Первичный анализ матриц парных коэффициентов корреляций дает основании утверждать, что между факторами нет мульти коллинеарной связи, поскольку значения коэффициентов оказывается меньше 0,8. В качестве основного результативного показателя мы взяли показатель совокупного капитала, включающего в себя не только его финансовую составляющую, но и понятия природный, прежде всего земельный капитал. Такой подход обусловлен тем что современная концепция устойчивого развития объективно предполагает необходимость сохранения и приумножения совокупности ценностей которыми должны обладать не только ныне живущие поколения, но и будущее [4, с. 90–96]. Это и предполагает то что интегрированный подход к оценке устойчивого развития, лучше всего представить посредством преобразования соответствующих денежных оценок различных форм капитала. Природный капитал наряду с социальным, человеческим, производственным являются частью данно-

го совокупного капитала. Такой подход самым существенным образом отличается от ориентации на прибыль, которая многие десятилетия и даже столетия была главными результативным показателем [5, с. 7–15].

В качестве же факторов нами выбрана урожайность $-a_1$; плодородие почвы, а именно содержание гумуса $-a_2$, содержание клейковины $-a_3$ и объем внесенных удобрений, как минеральных, так и органических $-(a_4)$.

Наиболее тесная связь наблюдалась в 2009 году между факторами a_1 и a_3 равной 0,654, в 2016 году между факторами a_2 и a_3 равный 0,643, в 2019 году между a_1 и a_4 равный 0,701. В целом величина каждого объекта корреляции колеблется в пределах от 0,302 до 0,588, что указывает на средний уровень зависимости между исследуемыми факторами-аргументами.

Более глубокий анализ парных коэффициентов корреляции производить не имеет смысла, поскольку в основе динамической модели лежит линейный регрессионный тип, позволяющий строить регрессионные модели по четырем факторным аргументам и результативному показателю по каждому из исследуемых лет. В справочном виде временная динамика основных статистических характеристик, опирающаяся на параметры корреляционно-регрессионного анализа, представлена в таблице 1.

Таблица 1. ЧАСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРИРАЩЕНИЯ СОВОКУПНОГО КАПИТАЛА, ПО СОВОКУПНОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ
Table 1. Particular parameters of the dynamic model of the increment of total capital, according to the aggregate of agricultural enterprises of the Stavropol Territory

Частный коэффициент эластичности	$K_{a1} = 0,705 + 0,0031t$ $K_{a2} = 0,349 + 0,0018t$ $K_{a3} = 0,740 + 0,00871t$ $K_{a4} = 0,189 + 0,0212t$
β = коэффициенты	$\beta_1 = 0,605 + 0,00029t$ $\beta_2 = 0,399 + 0,0072t$ $\beta_3 = 0,289 + 0,0059t$ $\beta_4 = 0,318 + 0,0022t$

Из таблицы видно, что уравнения регрессии носят корректный характер, поскольку параметры соответствуют стандартизированным требованиям.

Для повышения точности построения динамической модули совокупного капитала, дополнительно были разработаны прогнозные модели, касающиеся модели коэффициентов регрессии с использованием метода экспоненциального столкновения. В рамках этого метода вся динамика ряда соответствует экспоненциальному закону распределения, что существенно отличает их от симметричных весов касающихся средней величины. При этом взвешенная скользящая средняя базирующееся на экспоненциальных распределительных весах дает характеристику значений исследуемого эколого-экономического процесса в конечной точке столкновения, в качестве которой выступает средние характеристики следующих рядов. Указанные свойства имеет очень важное значение для объективного прогнозирования, поскольку в любых эколого-экономических процессах наблюдается очень значительная инерция.

В целом динамическая модель прогноза совокупного капитала подтверждает ранее сделанные выводы, что видно из таблицы 2.

Таблица 2. ВАРИАЦИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ РЕГРЕССИИ ПОСТРОЕНИЯ ЭКСПОНЕНЦИАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕНДЕНЦИЯ СОВОКУПНОГО КАПИТАЛА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ
Table 2. Variation of regression coefficients for constructing an exponential model of the trend of the total capital of agricultural enterprises of the Stavropol Territory

Коэффициент регрессии	a_0	a_1	a_2	a_3	a_4
Э0	830,24	10,21	12,01	19,62	2,81
Э1	11,31	0,18	0,080	41,16	0,269
Э2	15,05	0,043	0,001	-0,14	0,034

Наибольшее влияние удобрений наблюдается в тех районах, где имеет место определенное их снижение. С целью выявления влияния тенденции изменений коэффициентов регрессии, частных параметров эластичности и β коэффициентов осуществле-

но выравнивание временного ряда. Непосредственный выбор аппроксимирующей функций, был проведен на основе анализа трех групп функций

- 1) $Y_t = a_0 + a_{1t}$
- 2) $Y_t = a_0 + a_1t + a_2t^2$
- 3) $\ln_{y(t)} = a_0 + a_1\ln_t$

В качестве важнейшего принципа при выборе аппроксимирующей функции использовались значения средней квадратической ошибки. При использовании этих значений более целесообразно, на наш взгляд было использование более простых функций. В процессе детального анализа, частных коэффициентов эластичности было подтверждено, что особенное влияние эколого-экономической модели на изменение уровня совокупного капитала оказывает внесение удобрений, прежде всего минеральных. Менее существенное влияние плодородия почвы на содержание зерен клейковины. Это обусловлено тем, что полноценное использование удобрений приводит к росту доходности, выражаемой в увеличении прибыли и пополнению различных видов всего функционального капитала. Влияние заражённости почвенного покрова имеет замедленный временной лаг. Качественные же параметры зерна в настоящее время не оказывают существенного влияния на ценовую составляющую в условиях хронической нехватки зерновой продукции прежде всего на мировых рынках. При этом каждая группа сельскохозяйственных культур, включая зерновые, имеют свое экономическое воздействие на природную среду, а большое снижение питательных веществ следует увязывать с ухудшением показателей производства.

Выводы

Продуктивности земельных угодий на районном уровне можно осуществлять по трём главным информационным каналам.

1. Мониторингу деградационных процессов по земле, проводимых по инициативе территориальных органов Министерства природных ресурсов России,

а также по инициативе физических и юридических лиц.

2. Посредством обобщение первичной информации о состоянии уровня продуктивности землепользователей административных образований. В качестве методической рекомендации здесь можно использовать предложенные выше балансы продуктивности земель.
3. Проведение расчётов на уровне конкретных хозяйствующих субъектов.

Следует отметить, что первые два информационных источника носят справочный, корректировочный характер. Теоретически, ведущую информационно-аналитическую роль должны играть данные хозяйствующих субъектов. Но значительная их часть особенно мелких не обладают для этого необходимыми методическими, да и финансовыми ресурсами, проблеме сохранения коммерческой тайны.

Принципиально важно, в этих обстоятельствах является повышение интегрирующей значимости территориальных органов охраны окружающей среды и рационального природопользования, которые более активно должны использовать процедуры моделирования взаимозависимости продуктивности земельных ресурсов от характера и масштабов производственной деятельности. Последнее позволяет выяснить экологическую и экономическую целесообразность сложившихся на конкретных территориях структур хозяйствования. Оценить влияние плодородия на выход сельскохозяйственной продукции несложно, поскольку существует большое количество агрохимических методик. Используя же эти методики, и выше-рассмотренную нами модель целесообразно проводить регулярную оптимизацию движения материально-вещественных и собственно природных активов на различных иерархических уровнях.

Библиографический список

1. Ануфриев В.Е. Балансовая теория двойной записи // Бухгалтерский учет. 2002. № 11. С. 68–78.
2. Белоусов А.И. Бухгалтерская наука в современных эко-

- номических реалиях: монография. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2020. 211 с.
3. Белоусов А.И. Экономический инструментарий рационального природопользования в региональном АПК: монография. Ставрополь: Изд-во Московского открытого социального университета, Изд-во СтГАА, 1997. 99 с.
 4. Бобылев С.Н. Устойчивое развитие в интересах будущих поколений: экономические приоритеты // Мир новой экономики. 2017. № 3. С. 90–96.
 5. Бобылев С.Н., Горячева В.И., Немова С.Н., Бобылев А.А. Зеленая экономика: проектный подход // Государственное управление. Электронный вестник (Электронный журнал). 2017. № 64. С. 34–44.
 6. Власова О.И. Плодородие черноземных почв и приемы его воспроизводства в условиях Центрального Предкавказья: монография. Ставрополь: АГРУС. Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. 308 с.
 7. Данилов-Данильян В.И. Устойчивое развитие: 20 лет споров. Москва: Теис, 2007. 467 с.
 8. Дегтярева Т.В., Соляник Е.Н., Мельничук В.В., Ляшенко Е.А. Формирование микроэлементного состава почв полупустынных ландшафтов Ставропольского края // Наука. Инновации. Технологии. 2012. № 2. С. 73–88.
 9. Кирюшин П.А. Факторы экологической устойчивого развития и «зеленой» экономики в России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2019. № 1. С. 122–138.
 10. Кулинцев В.В. и др. Система земледелия нового поколения Ставропольского края: монография. Российская акад. с.-х. наук, Гос. науч. учреждение Ставропольский науч.-исследовательский ин-т сельского хоз-ва. Ставрополь: АГРУС, 2013. 518 с.
 11. Плотников А.А., Шумратов Б.И. Опыт снижения себестоимости продукции. Саратов: Приволжское книжное издательство, 1988. 109 с.
 12. Прокофьев А.В. Справедливое отношение к будущим поколениям (нормативные основания и практические стратегии) // Этическая мысль: ежегодник. 2008. № 8. С. 229–253.
 13. Райтнерт Э.С. Как богатые страны стали богатыми и почему бедные страны остаются бедными. М.: ИД ГУ–ВШЭ, 2015. 224 с.

14. Сельскохозяйственная микроперепись – 2021. [электронный ресурс]. URL: <https://www.agro2021> (дата обращения: 01.11.2022).
15. Ткач В.И., Шумейко М.В., Ткач В.С. Бухгалтерский инжиниринг // Учет. Анализ. Аудит. 2015. №4. С. 7–15.
16. Фрэнке Б. Революция в аналитике: Как в эпоху Big Data улучшить ваш бизнес с помощью операционной аналитики / пер. англ. М.: Альпина Паблишер, 2016. 316 с.
17. Цели в области устойчивого развития [электронный ресурс]. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/> (дата обращения: 01.11.2022)
18. Якутии Ю. Становление цифрового управления на макро-, мезо- и макроэкономическом уровнях: возможности универсальной системы анализа кодированных показателей хозяйственной деятельности // Российский экономический журнал. 2017. №2. С. 27–35.
19. Alpysbayev K.S., Gridneva Y.E., Kaliakparova G.Sh. Green economy: realities and prospects in agriculture // Problems of AgriMarket. 2021. №3. С. 44–50.
20. Iskakov B.M., Pyagay A.A., Rakhimbekova A.T. Global experience of transition to a «Green» economy // Problems of AgriMarket. 2021. №2. С. 62–69.

References

1. Anufriev V.E. Balansovaya teoriya dvojnoj zapisi// Buhgalterskij uchet. 2002. No. 11. P. 68–78. (In Russ.).
2. Belousov A.I. Buhgalterskaya nauka v sovremennyh ekonomicheskikh realiyah: monografiya. Stavropol' : Izd–vo SKFU, 2020. 211 p. (In Russ.).
3. Belousov A.I. Ekonomicheskij instrumentarij racional'nogo prirodopol'zovaniya v regional'nom APK: monografiya. Stavropol': Izd–vo Moskovskogo otkrytogo social'nogo universiteta, Izd-vo StGAA, 1997. 99 p. (In Russ.).
4. Bobylev S.N. Ustojchivoe razvitie v interesah budushchih pokolenij: ekonomicheskie priority // Mir novoj ekonomiki. 2017. No. 3. P. 90–96. (In Russ.).
5. Bobylev S.N. Zelenaya ekonomika: proektnyj podhod / S.N. Bobylev, A.A. Goryacheva, V.I. Nemova // Gosudarstvennoe upravlenie. Elektronnyj vestnik (Elektronnyj zhurnal). 2017. No. 64. P. 34–44. (In Russ.).
6. Vlasova O.I. Plodorodie chernozemnyh pochv i priemy ego vosproizvodstva v usloviyah Central'nogo Predkavkaz'ya:

- monografiya. Stavropol': AGRUS. Stavropol'skogo gos. agrarnogo un-ta, 2014. 308 p. (In Russ.).
7. Danilov-Danil'yan V.I. Ustojchivoe razvitie: 20 let sporov. Moskva: Teis, 2007. 467 p. (In Russ.).
 8. Degtyareva T.V., Solyannik E.N., Mel'nichuk V.V., Lyashenko E.A. Formirovanie mikroelementnogo sostava pochv polupustynnh landshaftov Stavropol'skogo kraya // Nauka. Innovacii. Tekhnologii. 2012. No. 2. P. 73–88. (In Russ.).
 9. Kiryushin P.A. Faktory ekologicheskoy ustojchivogo razvitiya i «zelenoj» ekonomiki v Rossii // Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 6: Ekonomika. 2019. No. 1. P. 122–138. (In Russ.).
 10. Kulincev V.V. i dr. Sistema zemledeliya novogo pokoleniya Stavropol'skogo kraya : monografiya / Rossijskaya akad. s.-h. nauk, Gos. nauch. uchrezhdenie Stavropol'skij nauch.–issledovatel'skij in-t sel'skogo hoz-va. – Stavropol': AGRUS, 2013. 518 p. (In Russ.).
 11. Plotnikov A.A., Shumratov B.I. Opyt snizheniya sebestoimosti produkcii. Saratov: Privolzhskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1988. 109 p. (In Russ.).
 12. Prokof'ev A.V. Spravedlivoe otnoshenie k budushchim pokoleniyam (normativnye osnovaniya i prakticheskie strategii) // Eticheskaya mysl': ezhegodnik. 2008. No. 8. P. 229–253. (In Russ.).
 13. Rajtnert E.S. Kak bogatye strany stali bogatymi i pochemu bednye strany ostayutsya bednymi. Moskva: ID GU–VShE, 2015. 224 p. (In Russ.).
 14. Sel'skohozyajstvennaya mikroperepis' -2021. [electronic resource]. URL: <https://www.agro2021> (Accessed 01.11.2022). (In Russ.).
 15. Tkach V.I., Shumejko M.V., Tkach V.S., Tkach V.I. Buhgalterskij inzhiniring // Uchet. Analiz. Audit. 2015. No. 4. P. 7–15. (In Russ.).
 16. Frenke B. Revolyuciya v analitike: Kak v epohu Big Data uluchshit' vash biznes s pomoshch'yu operacionnoj analitiki / per. angl. M.: Al'pina Pablisher, 2016. 316 p. (In Russ.).
 17. Sustainable Development Goals: [electronic resource]. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment> (Accessed 01.11.2022). (In Russ.).
 18. Yakutii YU. Stanovlenie cifrovogo upravleniya na makro-, mezo- i makroekonomicheskom urovnyah: vozmozhnosti universal'noj sistemy analiza kodirovannyh pokazatelej hozy-

ajstvennoj deyatel'nosti // Rossijskij ekonomicheskij zhurnal. 2017. No. 2. P. 27–35. (In Russ.).

19. Alpysbayev K.S., Gridneva Y.E., Kaliakparova G.Sh. Green economy: realities and prospects in agriculture // Problems of AgriMarket. 2021. No. 3. P. 44–50.
20. Iskakov B.M., Pyagay A.A., Rakhimbekova A.T. Global experience of transition to a «Green» economy // Problems of AgriMarket. 2021. No. 2. P. 62–69.

Поступило в редакцию 25.09.2022,
принята к публикации 10.12.2022.

Сведения об авторах

Белоусов Анатолий Иванович, доктор экономических наук, профессор кафедры цифровых бизнес-технологий и систем учета, Северо-Кавказский федеральный университет.

E-mail: belousov04@yandex.ru

Михайлова Галина Васильевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровых бизнес-технологий и систем учета, Северо-Кавказский федеральный университет.

E-mail: mih-sgu@yandex.ru

About the authors

Belousov Anatoly Ivanovich, Doctor of Economics, Professor of the Department of Digital Business Technologies and Accounting Systems, North Caucasus Federal University.

E-mail: belousov04@yandex.ru

Mikhailova Galina Vasilyevna, Candidat of Economics, Associate Professor of the Department of Digital Business Technologies and Accounting Systems, North Caucasus Federal University.

E-mail: mih-sgu@yandex.ru