

Экономика, организация и управление предприятиями, отраслями, комплексами

УДК 338.432

DOI 10.19110/1994-5655-2023-3-86-97

Подходы к формированию устойчивого сельского хозяйства в северном регионе

И.С. Мальцева

Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,
г. Сыктывкар
maltseva@iespn.komisc.ru

Аннотация

Статья включает исследование концепций устойчивого сельского хозяйства и факторов внутренней и внешней систем, влияющих на ее формирование. В работе на основе изучения сущности устойчивого сельского хозяйства было уточнено, что аграрная устойчивость в значительной степени зависит от эффективного управления природными системами и ресурсами. Предложена концептуальная модель устойчивого сельского хозяйства и сельских территорий, определенная как социально-экономически-природная комплексная система, включающая в себя три подсистемы: аграрно-экономическую, сельскую экологическую и сельскую социальную. Суть комплексной системы заключается в координации взаимодействия и взаимосвязи между сельскими подсистемами и их компонентами для достижения гармонии между сельскохозяйственным производством, сельской средой и благосостоянием крестьян и сельских жителей. В исследовании было уточнено, что современные методы устойчивого сельского хозяйства, а следовательно, и устойчивого ресурсопользования реализуются в ресурсосберегающем, органическом, биодинамическом, климатически оптимизированном, регенеративном сельском хозяйстве, в устойчивой интенсификации, ресурсосберегающем земледелии. Для формирования сельскохозяйственной устойчивости в северном регионе были предложены новые подходы к ее развитию, такие как интегрированная система ведения сельского хозяйства, агролесоводство, точное земледелие, комплексное управление питательными веществами и вредителями.

Ключевые слова:

устойчивость, сельское хозяйство, концепция, факторы, модель, управление природными ресурсами, подходы, северный регион

Economics, Organization and Management of Enterprises, Industries, and Complexes

Approaches to the formation of sustainable agriculture in the northern region

I.S. Maltseva

Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North,
Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch
of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar
maltseva@iespn.komisc.ru

Abstract

The article studies the concepts of sustainable agriculture and the factors of internal and external systems influencing its formation. Having surveyed the principles of sustainable agriculture, the author clarified that the agricultural sustainability largely depends on the efficient management of natural systems and resources. The work presents a conceptual model for sustainable agriculture and rural areas defined as a socio-economic-natural complex system that includes three subsystems as agrarian-economic, rural-ecologic, and rural-social subsystems. The purpose of the integrated system is to coordinate the interaction and interconnection between the rural subsystems and their components to achieve harmony between agricultural production, the rural environment, and the well-being of peasants and rural residents. The modern methods of sustainable agriculture, and therefore sustainable resource management, mean the resource-saving, organic, biodynamic, climatically optimized, regenerative agriculture, relate to sustainable intensification and resource-saving agriculture. To form the agricultural sustainability in the northern region, the author proposes new approaches to its development such as the integrated farming system, agroforestry, site specific crop farming, integrated nutrient management and integrated pest management.

Keywords:

sustainability, agriculture, concept, factors, model, natural resource management, approaches, northern region

Введение

Сельское хозяйство является базовым видом деятельности человека, который внутренне зависит от природных ресурсов и в то же время представляет угрозу для окружающей среды. Устойчивость стала важной задачей сельского хозяйства из-за негативного влияния производства сельхозпродукции на качество продовольствия, использование природных ресурсов и воздействия на окружающую среду и здоровье людей. Таким образом, устойчивость стала необходимостью в будущей сельскохозяйственной политике и практике. Устойчивое сельское хозяйство, сочетающее решение экологических, экономических и социальных проблем, может внести существенный вклад в сокращение масштабов нищеты и обеспечение продовольственной и социальной безопасности. Внедрение современных систем и методов ведения сельского хозяйства обеспечивает сохранение экосистем, воспроизводство сельскохозяйственных ресурсов, укрепление потенциала адаптации сельского хозяйства к изменению климата, способствует устойчивости сельских территорий и оказанию глобальных экологических услуг. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (далее – ФАО) определила устойчивое сельскохозяйственное развитие как управление и сохранение базы природных ресурсов и ориентацию технологических изменений таким образом, чтобы обеспечить достижение постоянного удовлетворения человеческих потребностей для нынешнего и будущих поколений [1].

Вопросам устойчивого развития аграрного сектора посвящены труды таких ученых, как И.Г. Ушачев, Е.Ф. Злобин, В.И. Осипов, М.А. Компаниец, F. Zahm, G.P. Robertson, R.R. Harwood и др., идет постоянная дискуссия о том, что собой представляет устойчивость в сельском хозяйстве. Для характеристики устойчивого сельского хозяйства используются два альтернативных подхода: экоцентрический и техноцентрический. Экоцентрический подход концентрируется на органических и биодинамических методах ведения сельского хозяйства с целью изменения моделей потребления, распределения и использования ресурсов. Технологии, планирование и образ жизни определены как основные части целостного подхода к изучению устойчивого развития в целом и устойчивости существующей окружающей среды, сельского хозяйства в частности, в техноцентрическом подходе. Представляется, что в современных условиях происходит синергия данных подходов и на ее основе – формирование новых методов развития устойчивого сельского хозяйства.

Цель представленной работы – изучение категории «устойчивое сельское хозяйство», уточнение на данной теоретической основе его факторов и концептуальной модели устойчивого сельского хозяйства, а также предложение подходов к развитию устойчивого сельскохозяйственного производства в северном регионе. Методическую основу исследования составили монографический метод, анализ и синтез, систематизация и обобщение.

Теоретические основы, факторы и модель устойчивого сельского хозяйства

Концепция устойчивого сельского хозяйства первоначально была основана на рациональном использовании природных ресурсов и решении экологических проблем [2]. В последующем теория устойчивости сельского хозяйства эволюционирует и видоизменяется, объединяя экологические, экономические, социальные и политические аспекты: от простой идеи экологического сельского хозяйства происходит постепенный переход к многофункциональной сложной системе [3, 4].

Ученый R.R. Harwood в своей работе «История устойчивого сельского хозяйства» показал этапы развития концепции устойчивого сельского хозяйства:

1) биодинамическое сельское хозяйство в работах Steiner R. (1924) и Pfeiffer E. (1934);

2) концепция Humus Farming в работе Howard A., Wad, Y. D. (1931) и биологическое сельское хозяйство в работе Northbourne L. (1940);

3) альтернативное сельское хозяйство, построенное вокруг возобновления агроэкологии, в частности, в работах по экологии применительно к сельскому хозяйству Altieri M.A. (1987); Dover M., Talbot L.M. (1987) и работах междисциплинарной исследовательской группы по агроэкологии Stassart et al. (2012);

4) многофункциональное сельское хозяйство (с середины 1990-х гг.), которое расширяет границы сельскохозяйственного развития, привлекает новые заинтересованные стороны, а также признает различные нерыночные услуги и функции сельского хозяйства [5]. Многофункциональность признает взаимосвязь различных ролей сельского хозяйства и его функций, определяет, что сельское хозяйство является многопродуктовой деятельностью, производящей не только товары для рынка, но и нематериальные продукты, такие как экологические услуги, ландшафтные удобства и культурное наследие.

Существует три основные цели устойчивого сельского хозяйства: получение прибыли в долгосрочной перспективе, управление землей, воздухом, водой и энергией, а также повышение качества жизни крестьян и их сообществ. По мнению Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН, успех в устойчивом сельском хозяйстве может быть достигнут путем применения различных методов ведения сельского хозяйства, таких как диверсификация сельскохозяйственных культур, генетическое разнообразие, комплексное управление питательными веществами, управление вредителями, устойчивое управление водными ресурсами, послеуборочные технологии и программы распространения знаний [6]. Общее видение ФАО в области устойчивого сельскохозяйственного производства включает пять общих принципов: (а) повышение эффективности использования ресурсов; (б) сохранение, защита и укрепление природных экосистем; (в) защита и улучшение условий жизни в сельской местности, справедливость и социальное благополучие; (г) повышение устойчивости деятельности людей, сообществ и экосистем; и (д) содействие надлежащему управлению как природными, так и антропогенными системами [7].

Существует множество различных интерпретаций устойчивости сельского хозяйства и способов ее достижения. Появление разносторонних толкований данного понятия приводит к существованию комплементарных определений, которые используются по-разному, в зависимости от конкретной ситуации.

Ряд исследователей придерживаются мнения, что аграрная устойчивость зависит от рационального использования и управления сельскохозяйственными ресурсами, затраченными для удовлетворения человеческих потребностей при условии сохранения или улучшения качества окружающей среды и самих природных ресурсов [2, 8]. Доказывается целесообразность уменьшения зависимости сельскохозяйственного производства от внешних ресурсов и перехода к аграрным системам, основанным на внутренних возобновляемых ресурсах, полученных на ферме. Формулируется вывод, что предложенный подход в значительной степени зависит от получения достоверной информации о работе биологических систем, задействованных в сельскохозяйственном производстве и их взаимодействии с окружающей средой [9].

Другая группа ученых делает особый акцент на поддержание устойчивости. Сельское хозяйство часто нарушается различными физическими и антропогенными потрясениями и стрессами, такими как наводнения, засуха, колебания солености, нехватка воды, недостаток вводимых ресурсов сельского хозяйства (например, нехватка удобрений, семян, ирригации) и экономический кризис. Поэтому сельское хозяйство имеет способность адаптироваться к ним, чтобы быть жизнеспособным в будущем. Эта способность упоминается как устойчивость сельского хозяйства и определяется Агентством США по международным отношениям (USAID) как «способность людей, домохозяйств, сообществ, стран и систем смягчать последствия потрясений и стрессов, адаптироваться к ним и восстанавливаться после них таким образом, чтобы снизить хроническую уязвимость и способствовать инклюзивному росту» [10]. На важность трех основных аспектов устойчивости указывают G.P. Robertson, R.R. Harwood, определяющие устойчивое сельское хозяйство как систему производства продуктов питания, волокна или топлива, которая является экономически жизнеспособной, экологически безопасной и социально приемлемой в течение длительного времени [11]. Исследователи отмечают органическую взаимосвязь устойчивого развития сельского хозяйства и сельских территорий и трактуют устойчивое сельское хозяйство в их единстве [12, 13]. Данное положение лежит в основе «Стратегии устойчивого развития сельских территорий Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2015 г. № 151-р и Государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 31 мая 2019 г. № 696. Исследователи F. Zahm, A.A. Ugaglia, H. Boureau, B. Del'Homme подчеркивают важность устойчивости сельского хозяйства и для сельского развития, и для оказания глобальных экологических услуг [4].

Вместе с тем устойчивость – это гораздо больше, чем просто обеспечение защиты базы природных ресурсов. Чтобы быть устойчивым, сельское хозяйство должно удовлетворять потребности нынешнего и будущих поколений в своей продукции и услугах, обеспечивая при этом прибыльность, здоровье окружающей среды и социальную и экономическую справедливость. Устойчивое сельское хозяйство внесло бы вклад во все четыре столпа продовольственной безопасности – наличие, доступ, использование и стабильность – таким образом, чтобы с течением времени оно было экологически, экономически и социально ответственным.

Поскольку сельское хозяйство в значительной степени зависит от услуг, предоставляемых экосистемами, устойчивое сельское хозяйство должно минимизировать негативное воздействие на окружающую среду при одновременной оптимизации производства путем защиты, сохранения и приумножения природных ресурсов и их эффективного использования. Оно также должно обеспечивать баланс между защитой агроэкосистем и удовлетворением растущих потребностей общества, предлагая сельскому населению достойные и устойчивые средства к существованию.

Достижение устойчивого сельского хозяйства определено ООН в качестве одной из целей устойчивого развития (ЦУР 2.4): «К 2030 году обеспечить создание устойчивых систем производства продуктов питания и внедрить методы ведения сельского хозяйства, которые позволяют повысить жизнестойкость и продуктивность и увеличить объемы производства, способствуют сохранению экосистем, укрепляют способность адаптироваться к изменению климата, экстремальным погодным явлениям, засухам, наводнениям и другим бедствиям и постепенно улучшают качество земель и почв» [14].

Таким образом, достижение устойчивого развития сельского хозяйства требует разработки подходов и стратегий, позволяющих делать разумный выбор для достижения этих многочисленных целей.

В ряде исследований была предпринята попытка связать устойчивое сельскохозяйственное развитие с различными сельскохозяйственными системами, такими как органическое сельское хозяйство [15,16]; природоохранное земледелие [17]; биологическое земледелие [18]; экологическое сельское хозяйство [19]; эко-сельское хозяйство [20]; устойчивая интенсификация [21], климатически оптимизированное сельское хозяйство [22] и др. Именно внедрение современных сельскохозяйственных систем и методов ведения сельского хозяйства будут способствовать формированию аграрной устойчивости [23].

Устойчивое развитие – это сложный процесс, включающий множество факторов, которые в широком смысле ответственствуют экономическим, социальным и экологическим областям. Устойчивость сельского хозяйства зависит от состояния факторов внешней и внутренней систем, включая выявление и управление уязвимостями, адаптацию (способность, потенциал) аграрного производства и его трансформацией.

Сельское хозяйство функционирует в физической, биологической и культурной среде в условиях глобализации, климатических изменений и эпидемий, используя

разработанные технологии, интегрированные производственно-сбытовые цепочки и кооперацию, инвестиции и инновации, накопленные знания и навыки работников. Значительная доля факторов зависит от состояния природных ресурсов и природной среды. Именно ресурсные факторы в значительной степени влияют на специализацию и эффективность производства, применение соответствующих технологий обработки почвы, возделывания сельскохозяйственных культур, содержания и кормления скота и птицы, а также доходность производства и экономические условия сельскохозяйственных товаропроизводителей. Внутренние и внешние факторы определяют устойчивость сельскохозяйственной системы, как показано на рис. 1.

Оценка влияния различных факторов позволяет выявить уязвимости при формировании устойчивого производства, осуществить процесс адаптации к негативным факторам внутренней и внешней среды и таким образом трансформировать сельскохозяйственное производство в направлении укрепления его устойчивости.

По данным ФАО, устойчивое сельскохозяйственное производство имеет пять основных атрибутов: сберегает ресурсы, не вызывает деградации окружающей среды, является технически доступным, экономически жизнеспособным и социально приемлемым [25]. Достижение и поддержание экологической, экономической и социальной устойчивости одновременно не просто, поскольку разные

заинтересованные стороны подчеркивают разные цели устойчивости и существуют разные пути достижения разных целей [26].

Устойчивость сельскохозяйственного производства – это не изолированный процесс. Скорее, он работает во взаимосвязанной сложной и неоднородной системе. Отсутствие устойчивости способствует постепенному снижению продуктивности сельского хозяйства и, в конечном итоге, может привести к утрате производства.

Модель устойчивого сельского хозяйства и сельских территорий можно охарактеризовать как социально-экономически-экологическую комплексную систему, состоящую из трех подсистем: аграрно-экономической, сельских экологической и социальной систем. Потоки воды, почвы, воздуха, живых организмов, сельского населения, материалов, капитала, инвестиций и информации взаимодействуют в рамках системы, а также способствуют изменению состава населения, структуры землепользования и производственной структуры. Данной трансформации содействуют факторы внутренней и внешней среды, а также управление природными системами и ресурсами, аграрными потерями и отходами на основе устойчивых систем и методов ведения сельскохозяйственного производства. Основные функции сельских территорий включают производство сельскохозяйственной продукции, поддержание среды обитания, сохранение окружающей среды и культурного наследия. Экономическая устойчивость сельского хозяйства выражается в росте и диверсификации сельскохозяйственного производства за счет устойчивого использования сельскохозяйственных ресурсов и оптимизации системы земледелия и животноводства. Устойчивость сельской окружающей среды подразумевает, что функции обслуживания сельской экосистемы сохраняются. Социальная устойчивость направлена на повышение благосостояния крестьянства, определяемого как улучшение условий жизни и самочувствия сельских жителей, путем создания соответствующей инфраструктуры. Следовательно, суть системы заключается в координации взаимодействия и связи между сельскими подсистемами и их компонентами для достижения гармонии между сельскохозяйственным производством, сельской средой и благосостоянием крестьян и сельских жителей.

Будучи открытой, система устойчивого сельского хозяйства и сельских территорий все больше зависит от глобализации, урбанизации, индустриализации и информатизации. Индустриальный путь развития, глобализация и урбанизация изменили взаимодействия между центральными и отдаленными сельскими региональными системами, способствовали эволюции землепользования, рынков, состава и структуры населения, изменению климата. Изменения климата и землепользования обуславливают биогеохимические циклы и экосистемные процессы, влияющие на биоразнообразие и производство продукции. Преобразования населения и рынка, такие как миграция сельского населения и расширение торговли сельскохозяйственной

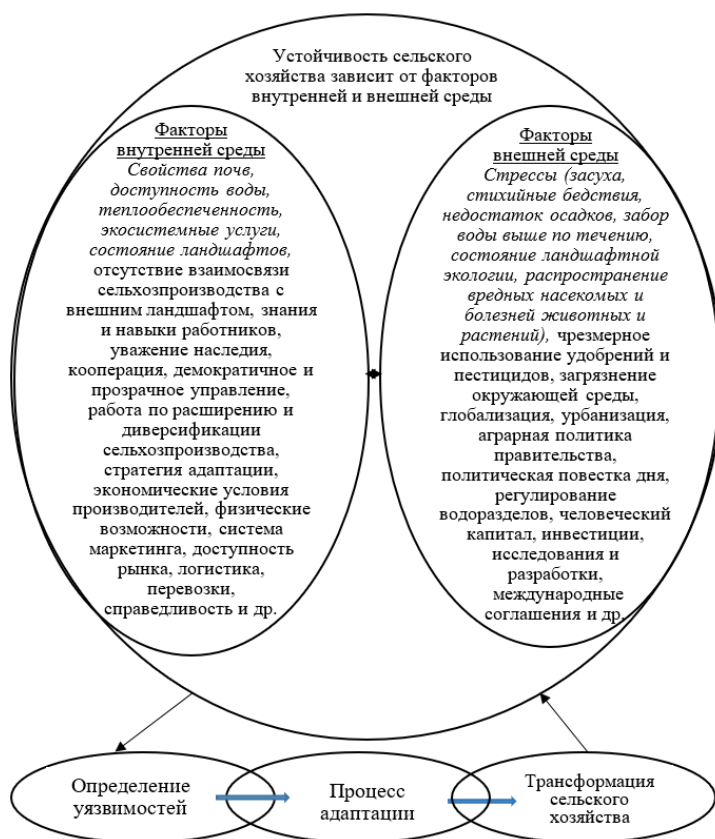


Рисунок 1. Факторы, влияющие на устойчивость сельскохозяйственных систем. Дополнено автором по [24].

Figure 1. Factors affecting the sustainability of agricultural systems. Supplemented by the author according to [24].

продукцией, приводят к ускорению движения и перераспределения ресурсов и капитала, что все больше влияет на эффективность, масштабы и пространственное расположение сельскохозяйственного производства.

Устойчивое развитие сельских территорий требует задействования лиц, принимающих решения, таких как правительство и организации, а также участия заинтересованных сторон – местных администраций, фермеров и сельских кооперативов, предпринимателей и сельского населения, для приспособления к изменениям в сельской региональной системе. При саморегулировании и управленческом реагировании модель устойчивого сельского хозяйства сопротивляется факторам внутренней и внешней среды, повышаются ее устойчивость, адаптивность и стабильность, направленные на реализацию целей модели (рис. 2).

Важными практиками устойчивого сельского хозяйства являются агроэкология, инклюзивное природное сельское хозяйство, пермакультура, природоохранное сельское хозяйство, регенеративное сельское хозяйство, углеродное сельское хозяйство, сельское хозяйство с низкими внешними затратами, органическое сельское хозяйство, климатически оптимизированное сельское хозяйство, циркулярное сельское хозяйство, биодинамическое сельское хозяйство и устойчивая интенсификация [28].

Обоснование подходов к развитию устойчивого сельскохозяйственного производства в Республике Коми

Республика Коми является северным регионом, обладающим суровыми биоклиматическими условиями. Четыре муниципальных образования республики входят в состав Арктической зоны. Валовая добавленная стоимость сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства снизилась с 2,9 % республиканского валового регионального продукта в 2005 г. до 1,5 % к настоящему времени.

Земли сельхозназначения составляют 1855,6 тыс. га (4,5 % общего земельного фонда республики). В составе земель республики 9528,3 тыс. га занимают оленьи пастбища. Сельхозорганизации, фермерские хозяйства и граждане, занятые сельскохозяйственным производством, по состоянию на 1 января 2020 г., имеют 8007,6 тыс. га земель в пользовании. Площадь сельскохозяйственных угодий составляет 418,1 тыс. га, или около 1 % ее территории.

За период между Всероссийскими сельскохозяйственными переписями 2006 и 2021 гг. произошло сокращение используемых сельхозугодий в хозяйствах всех категорий на 42 %, в том числе в сельхозорганизациях – на 44 %. В

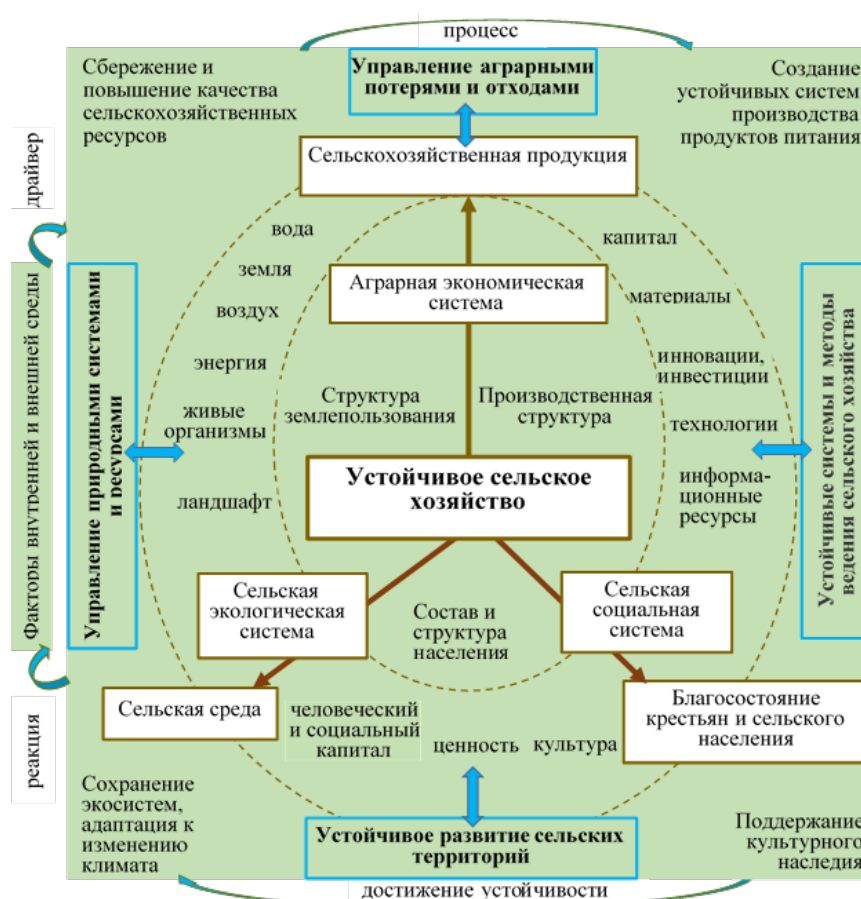


Рисунок 2. Концептуальная модель устойчивого развития сельского хозяйства и сельских территорий. Дополнено автором по [27].
Figure 2. Conceptual model of sustainable development of agriculture and rural areas. Supplemented by the author according to [27].

1990 г. в среднем по Республике Коми засеивалось 97,5 % пашни, а в 2021 г. – лишь 31 %. На 01.01.2021 г. в Республике Коми доля неиспользуемых сельскохозяйственных угодий составила 61 % – 255,2 тыс. га, сельхозугодья медленно вовлекаются в сельскохозяйственный оборот – в совокупности за 2018–2021 гг. в обороте было немногим более 1 % площади выбывших из оборота угодий. Крайне низкими темпами проводятся ремонт мелиоративных систем и культуртехнические мероприятия. В недостаточном объеме выполняются работы, направленные на рост почвенного плодородия. В результате продолжается общее снижение почвенного плодородия земель сельскохозяйственного назначения [29]. В 1950–1970 гг. в республике произошел переход к активному развитию животноводства. Посевы ржи, пшеницы, ячменя, овса, зернобобовых и технических культур (льна) резко сократились, вместе с тем выросли посевы кормовых культур. Вторым этапом сокращения видов и площади посевов сельхозкультур явился период с 1995 г. по настоящее время, когда сократились посевы картофеля, овощей и кормовых культур. Посевы многолетних трав, составляющие 89 % посевных площадей, не обеспечивают животноводство полноценными (богатыми протеином) кормами и повышения плодородия почв, так как три четверти посевов составляют старовозрастные травосмеси с низким содержанием бобовых культур и высоким – сорной растительности. Необходимо ежегодно

Динамика производства сельскохозяйственной продукции в Республике Коми за 1990–2020 годы, тыс. т

Dynamics of agricultural production in the Komi Republic for 1990–2020, thousand tons

Продукция	1990 г.	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2015 г.	2020 г.	Рост (снижение) 2020 г. по сравнению с 1990 г.
Зерно (в весе после доработки)	0,8	2,1	0,5	0,5	-	-	-	-0,8
Картофель	127,5	235,9	268,2	190,0	98,7	112,7	58,5	-69
Овощи	20,8	32,3	38,6	38,1	20,8	21,3	27,5	6,7
Мясо (убойный вес)	38,1	22,3	14,5	15,0	17,9	22,1	25,6	-12,5
В том числе:								
Говядина и телятина	13,9	10,8	6,6	4,3	3,1	2,4	1,8	-12,1
Свинина	12,4	6,6	2,5	1,7	2,4	4,1	7,5	-4,9
Мясо птицы	9,2	2,9	3,9	8,1	11,6	14,7	14,9	5,7
Оленина	1,5	1,2	1,0	0,5	0,5	0,7	0,4	-1,1
Молоко	207,0	142,4	105,9	78,6	61,6	56,5	55,1	-151,9
Яйцо, млн шт.	365,4	194,5	172,8	176,2	167,8	118,4	124,2	-241,2

обновлять посевы площадью 5 тыс. га, а фактически новые посевы ежегодно составляют 0,7–2,2 тыс. га. Вместе с тем многолетние травы являются единственной группой сельскохозяйственных культур, способствующей расширенному воспроизводству органического вещества в почве.

Производство сельскохозяйственной продукции в Республике Коми постепенно сокращается, его динамика представлена в таблице.

В Республике Коми наблюдается отрицательная динамика сельхозпроизводства. В ходе рыночных преобразований в регионе сложилось достаточно узко специализированное молочно-мясное животноводство (за исключением единственного крупного индустриального аграрного предприятия, специализирующегося на производстве и переработке мяса птицы и свинины; а также оленеводства), причем мясная его составляющая постоянно сокращается. Использование природных ресурсов сельскохозяйственными организациями подчинено в значительной степени целям производства молока по индустриальным технологиям, направленным на повышение экономической эффективности производства. Растет зависимость от использования привозных концентрированных кормов, напрямую влияющих на продуктивность скота. Сократился ассортимент местных кормов, не выращиваются для кормления скота корнеплоды, картофель. В рационах кормления не используются сочные корма (кроме зеленой травы и в некоторых организациях – силоса). В таких условиях качество кормовых угодий (особенно учитывая большие не используемые площади) не считается важным фактором развития производства и поддерживается по мере наличия средств.

Длительная череда банкротств и реорганизаций сельскохозяйственных организаций на протяжении всего пореформенного периода привела к отделению от сельхозпредприятий и продаже всех неспециализированных подразделений (лесозаготовительных, лесопильных, перерабатывающих и т.п.), которые могли бы диверсифицировать производство и приносить дополнительный доход. Поэтому ресурсы ферм используются не в полной мере.

Вместе с тем исследования ученых свидетельствуют, что постепенный переход от применения интенсивных технологий к интегрированным системам растениеводства и жи-

вотноводства позволяет более рационально использовать сельскохозяйственные ресурсы и повышать плодородие земель. В Республике Коми целесообразно диверсифицировать сельскохозяйственное производство – развивать интегрированное сельское хозяйство (в частности развитие в сельскохозяйственных организациях мясного скотоводства наряду с молочным, расширение отрасли растениеводства на основе современных агротехнологий), внедрять технологии агролесоводства и точного земледелия, интегрированного управления питательными веществами и борьбы с вредителями. Все эти подходы способствуют формированию устойчивого сельского хозяйства в республике.

Интегрированное сельское хозяйство

Производственные системы, характеризующиеся временной и пространственной интеграцией растениеводства и животноводческого производств, также известные как интегрированные системы растениеводства и животноводства, могут интенсифицировать производство на обрабатываемых землях и повысить устойчивость к последствиям изменения климата без пропорционального увеличения воздействия на окружающую среду. Интегрированное сельское хозяйство – это методы ведения сельского хозяйства, сочетающие животноводство и растениеводство или рыбоводство и животноводство. В этой системе сеть взаимосвязанных производств используют отходы таким образом, что они становятся ресурсами для других подразделений. Таким образом, интегрированное сельское хозяйство работает как система систем. В данной системе интеграция сельскохозяйственных культур и домашнего скота служит, в первую очередь, для минимизации риска, а не для вторичной переработки ресурсов. Смысл ее заключается в том, чтобы свести к минимуму отходы от различных подсистем фермы и таким образом, повысить возможности трудоустройства и доходы сельского населения, улучшить продовольственную безопасность. Производители не только сокращают отходы за счет повторного их использования, но и увеличивают общий объем производства, снижают затраты при одновременном повышении производительности и/или доходов.

Комбинация одного или нескольких предприятий по выращиванию сельскохозяйственных культур, при тщательном выборе, планировании и реализации, дает большие дивиденды, чем отдельное предприятие, особенно для мелких и маргинальных фермеров. Интегрированное земледелие пытается имитировать естественный процесс производства пищи путем объединения растений, животных, птиц, рыб с сельскохозяйственными культурами [30]. Основная идея состоит в том, чтобы улучшить биологическое разнообразие за счет снижения конкуренции за воду, питательные вещества и пространство за счет использования смешанных культур, севооборотов, комбинаций культур и совмещения культур, а также внедрения экологически безопасных методов. Это также улучшает разнообразие за счет использования многоэтажной архитектуры, позволяющий наиболее эффективно использовать доступное пространство и обеспечивает высокий уровень взаимодействия между биотическими и абиотическими компонентами. Оно также может соединять подсистемы, в которых различные компоненты работают вместе для повышения производительности фермы.

Интегрированное сельскохозяйственное производство является долгосрочной стратегией увеличения сельскохозяйственного производства за счет диверсификации сельскохозяйственных культур, интеграции ресурсов и установления рыночных связей. Это устойчивая система земледелия для диверсификации сельскохозяйственной продукции, увеличения денежного дохода, улучшения качества и количества продуктов питания и использования недоиспользуемых ресурсов. Создание хорошо интегрированной фермы с хорошими рыночными связями может занять от трех до четырех лет. Преимущества использования интегрированной системы земледелия включают: а) изменение методов ведения сельского хозяйства для оптимального производства в схемах выращивания и обеспечения оптимального использования ресурсов; б) возможность переработки сельскохозяйственных отходов в производственных целях; в) разумное сочетание/интеграция таких сельскохозяйственных производств, как молочное, птицеводческое, рыбное, лесное и др., подходящих для данных агроклиматических и социально-экономических условий. Многие фермеры, если не целые страны, внедряют интегрированную систему земледелия, которая включает методы, учитывающие нынешние и будущие климатические условия, свойства почвы, характер питания населения и предвосхищающие будущие потребности в питании постоянно растущей популяции людей и животных [31].

Системы агролесоводства, являясь разновидностью интегрированных систем сельскохозяйственного производства, для которых характерно сосуществование двух или более видов растений на одной и той же площади возделывания, появились как устойчивая альтернатива производству продуктов питания и энергии для сохранения окружающей среды. Эти системы характеризуются оптимизацией землепользования, улучшением структуры почв и увеличением содержания в них органического вещества, обеспечивающего биологическую активность и связывание углерода.

Агролесоводство, представляющее собой преднамеренное смешивание сельскохозяйственных и лесохозяйственных систем землепользования, обеспечивает многочисленные преимущества, способствующие долгосрочной устойчивости агроэкосистем. Агролесоводство может удовлетворить потребности страны в управлении земельными ресурсами путем преобразования деградированных земель, сохранения уязвимых земель и диверсификации систем сельскохозяйственного производства. При использовании в сочетании с экологически ориентированной системой управления земельными ресурсами методы агролесоводства могут способствовать сохранению разнообразия экосистем и процессов, способствующих долгосрочной устойчивости и поддержанию качества окружающей среды. Основная роль, отведенная лесам и системам агролесоводства, связана с производством деловой и топливной древесины, побочных продуктов производства для местных сообществ в соответствии с устойчивыми и традиционными методами управления. Системы агролесоводства играют важную роль в гидрогеологической защите, регулировании водных ресурсов и биоразнообразия, представляя собой примеры как адаптации человека к различным средам, так и устойчивых систем, которые могут помочь противостоять глобальным вызовам, таким как гидрогеологический риск и изменение климата [32]. Законодательную основу для развития агролесоводства представляет постановление Правительства Российской Федерации от 21 сентября 2020 г. N 1509 г. «Об особенностях использования, охраны, защиты, воспроизводства лесов, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения», создавшее возможности для товарного выращивания лесов на сельхозземлях, использования и продажи древесины, что особенно актуально для северного региона.

Точное земледелие

Это метод управления фермой, в котором используются информационные технологии (далее – ИТ) и искусственный интеллект, чтобы гарантировать, что почва и урожай получают питательные вещества, необходимые для наилучшего производства и качества. Его основные цели – обеспечить прибыльность, долгосрочную жизнеспособность и заботу об окружающей среде. Этот метод управления опирается на специальные пакеты программного обеспечения, специализированное оборудование и услуги информационных технологий. Частью данной технологии является получение непрерывной информации об урожае, почве, состоянии окружающего воздуха и других важных данных, таких как гиперлокальные прогнозы погоды, затраты на рабочую силу и доступность техники и оборудования. Программное обеспечение прогнозной аналитики использует данные для предоставления фермерам советов и рекомендаций по севообороту, управлению почвой, времени сбора урожая и оптимальному времени посадки. Точное земледелие традиционно ограничивалось более крупными операциями с финансовым капиталом для инвестирования в ИТ-инфраструктуру и другие технические инструменты, необходимые для более полной и подробной аналитики и получения прибыли от его пре-

имущества. Благодаря развитию облачных вычислений, дронов, интеллектуальных датчиков и мобильных приложений, применение точного земледелия теперь возможно и для небольших семейных ферм и фермерских кооперативов. Новейшие технологические достижения, такие как «Интернет вещей», беспроводные сенсорные сети, искусственный интеллект и система глобального позиционирования на основе спутников, в последние годы упрощают точное земледелие [33, 34].

Интегрированное управление питательными веществами и комплексная борьба с вредителями

Интегрированное управление питательными веществами – это стратегия безопасной утилизации растительных остатков и производства высококачественного компоста за счет сбалансированного и комплексного использования как органических, так и неорганических удобрений для поддержания плодородия почвы и обеспечения растений оптимальным уровнем питательных веществ, необходимых на протяжении всего жизненного цикла для получения урожая.

Комплексная борьба с вредителями представляет собой использование различных стратегий борьбы с вредителями для дополнения другими мерами, сокращения или замены использования синтетических пестицидов. Они включают в себя такие методы, как одновременное управление и интеграция тактик борьбы, регулярный мониторинг вредителей и естественных врагов, а также использование порогов для принятия решений по защите, управление пестицидами или их замена и реорганизация всей агроэкосистемы [35]. Сокращение использования синтетических пестицидов повышает устойчивость на фермах и за их пределами, экономя при этом средства фермеров. В дополнение к основным функциям, системы комплексной борьбы с вредителями могут предоставлять ряд экосистемных товаров и услуг, повышая общую устойчивость сельскохозяйственных ферм и ландшафта.

Заключение

Теория устойчивого сельского хозяйства имеет более чем 70-летний период исследований. За столь длительный период развития выработано множество определенных устойчивого сельскохозяйственного производства и методов ее достижения. В силу многогранности данной категории, зависимости формирования от многочисленных факторов, специфичности самого сельскохозяйственного производства предложено использовать достаточно широкие определения устойчивого сельского хозяйства, изложенные ООН при формулировании ЦУР 2.4 и ФАО. Устойчивое сельское хозяйство – это продуктивное и жизнестойкое аграрное производство, способствующее сохранению экосистем, улучшающее качество природных ресурсов, адаптированное к климатическим изменениям, социально справедливое и гуманное. Оно способствует, с одной стороны, устойчивости сельских территорий, на которых происходит многофункциональная его деятельность, с другой – оказанию глобальных экологических услуг. Устойчивые методы ведения сельского хозяйства позволяют более эффективно использовать природные

ресурсы, уменьшить воздействие сельского хозяйства на окружающую среду и улучшить адаптационную способность к климатическим изменениям.

Предложенная концептуальная модель устойчивого сельского хозяйства и сельских территорий определена как социально-экономически-природная комплексная система, включающая в себя три подсистемы: аграрно-экономическую, сельскую экологическую и сельскую социальную. Суть комплексной системы заключается в координации взаимодействия и взаимосвязи между сельскими подсистемами и их компонентами для достижения гармонии между сельскохозяйственным производством, сельской средой и благосостоянием крестьян и сельских жителей. Подчеркнута важность формирования адекватной системы управления всеми компонентами данной модели.

В Республике Коми сложилось достаточно узко специализированное стагнирующее молочно-мясное животноводство, причем доля его мясной составляющей постоянно уменьшается. Посевные площади сельскохозяйственных культур, плодородие земель сокращаются. Исследования ученых свидетельствуют, что постепенный переход от узко специализированных сельскохозяйственных производств к интегрированным системам растениеводства и животноводства позволяет более рационально использовать имеющиеся ресурсы и повышать плодородие земель. Важными для формирования сельскохозяйственной устойчивости в северном регионе являются прогрессивные севообороты, увеличение разнообразия культур, покровные культуры, системы нулевой и минимальной обработки почвы. Современные методы устойчивого сельского хозяйства могут быть реализованы в ресурсосберегающем, органическом, биодинамическом, климатически оптимизированном, регенеративном сельском хозяйстве, в устойчивой интенсификации. Предложены новые подходы к развитию устойчивости аграрного производства, такие как интегрированная системы ведения сельского хозяйства, агролесоводство, точное земледелие, комплексное управление питательными веществами и вредителями. Внедрение новых подходов к развитию устойчивого сельскохозяйственного производства является затратным и долгосрочным, поэтому требуется государственная поддержка нововведений.

Литература

1. FAO. Report of the FAO Council, 94th Session, 1988. Rome. – URL: <https://www.fao.org/3/t0087e/t0087e00.htm>. (дата обращения: 20.12.2022).
2. MacRae R.J., Hill S.B., Mehuys G.R., Henning J., Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture // *Advances in Agronomy*. – 1990. – Vol. 43. – P. 155–198. – URL: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60478-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60478-2). (дата обращения: 11.11.2022).
3. Компаниец, М.А. Понятие устойчивого развития в аграрном секторе / М.А. Компаниец // *Вестник Донецкого национального технического университета*. – 2016. – № 6 (6). – С. 53–59.
4. Agriculture et exploitation agricole durables: état de l'art et proposition de définitions revisitées à l'aune des valeurs, des propriétés et les frontières de la durabilité en agricul-

- ture / Zahm F. [et al.] // *Innovations Agronomiques*. – 2015. – Is. 46. – P. 105-125. – URL: https://www.researchgate.net/publication/286321676_Agriculture_et_exploitation_agricole_durables_etat_de_l'art_et_proposition_de_definitions_revisitees_a_l'aune_des_valeurs_des_proprietes_et_des_frontieres_de_la_durabilite_en_agriculture. (дата обращения: 30.03.2023).
5. Harwood R. R. A history of sustainable agriculture // *Sustainable Agricultural Systems: Soil and Water Conservation Society*, Edwards C.A. (dir.). – USA, 1990. – URL: <https://lms.su.edu.pk/download?filename=1642580460-4-history-of-sustainable-agriculture-book-chapter.pdf&lesson=56837>. (дата обращения: 29.01.2023).
 6. FAO. Sustainable agriculture and rural development Asia and Pacific, Regional Document No. 2, FAO/Netherlands Conference on Agriculture and the Environment, Hertogenbosch, the Netherlands, 15-19 April 1991. – URL: <http://www.fao.org/3/x6625e/x6625e02.htm>. (дата обращения: 16.01.2023).
 7. FAO. 2014. Building a common vision for sustainable food and agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>. (дата обращения: 06.12.2022).
 8. Rigby D., Caceres D. The Sustainability of Agricultural Systems. School of Economic Studies, University of Manchester & Department of Rural Development at the National University of Cordoba, Argentina. Rural Resources/Rural Livelihoods Working Paper Series. Working Paper. – 1997. – №. 10. – URL: https://www.researchgate.net/publication/23512281_The_Sustainability_of_Agricultural_Systems. (дата обращения: 26.01.2023).
 9. Francis C.A., King J.W. Cropping systems based on farm-derived, renewable resources // *Agricultural Systems*. – 1988. – Vol. 27. – Is. 1. – P. 67-75. – URL: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(88\)90080-7](https://doi.org/10.1016/0308-521X(88)90080-7). (дата обращения: 12.01.2023).
 10. USAID. U.S. Agency for International Development, 2012. Building Recurrent Crisis: USAID Policy and Program Guidance. – URL: <http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1870/USAIDResiliencePolicyGuidance-Document.pdf>. (дата обращения: 30.11.2022).
 11. Robertson, G. P., Harwood, R. R. Sustainable agriculture. S. A. Levin, editor. *Encyclopedia of Biodiversity*. Second edition. Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA. – 2013. – Vol. 1. – P. 111-118. – URL: [doi: 10.1016/B978-0-12-384719-5.00287-2](https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384719-5.00287-2). (дата обращения: 7.02.2023).
 12. Ушачев, И.Г. Стратегические направления устойчивого социально-экономического развития АПК России / И.Г. Ушачев // *Прикладные экономические исследования*. – 2018. – № 2 (24). – С. 4–8.
 13. Устойчивое развитие и повышение конкурентоспособности сельского хозяйства России в условиях углубления интеграции в ЕАЭС: монография / А.Ф. Серков, В.В. Маслова, В.С. Чекалин и др.; под ред. академика И.Г. Ушачева. – Москва: Научный консультант, 2018. – 320 с.
 14. UN. 2015. Sustainable Development Goals. – URL: <https://sdgs.un.org/goals/goal2>. (дата обращения: 28.01.2023).
 15. Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A., Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture// *Nature*. – 2012. – Vol. 485. – Is. 7397. – P. 229-232. – URL: [doi: 10.1038/nature11069](https://doi.org/10.1038/nature11069). (дата обращения: 19.01.2023).
 16. Злобин, Е.Ф. «Зеленая экономика» и устойчивое развитие сельского хозяйства / Е.Ф. Злобин, О.В. Сафошина// *Формирование устойчивого развития экономики на принципах экологического менеджмента: материалы XIII Международной научно-практической конференции*. – Орел, 2017. – С. 90–95.
 17. Kienzler K.M., Lamers J.P.A., McDonald A., Mirzabaev A., Ibragimov N., Egamberdiev O., Akramkhanov A. Conservation agriculture in Central Asia – What do we know and where do we go from here? // *Field Crops Research*. – 2012. – Vol. 132. – P. 95-105. – URL: [doi: 10.1016/j.fcr.2011.12.008](https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.12.008). (дата обращения: 27.03.2023).
 18. Mzoughi N. Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming: Do moral and social concerns matter? // *Ecological Economics*. – 2011. – Vol. 70 (8). – P. 1536-1545. – URL: [doi: 10.1016/j.ecolecon.2011.03.016](https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.03.016). (дата обращения: 1.03.2023).
 19. Costa A.A.V.M.R. Agricultura sustentável I: conceitos // *Revista de Ciências Agrárias*. – 2010. – Vol. 33 (2). – P. 61-74. – URL: [15872-Texto%20do%20manuscrito-55680-1-10-20190130.pdf](https://doi.org/10.15872/Texto%20do%20manuscrito-55680-1-10-20190130.pdf). (дата обращения: 13.01.2023).
 20. McNeely J.A., Scherr S.J. Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity. – 2003. – URL: <http://hdl.handle.net/10919/65756>. (дата обращения: 14.02.2023).
 21. Bernard B., Lux A. How to feed the world sustainably: an overview of the discourse on agroecology and sustainable intensification // *Regional Environmental Change*. – 2017. – Vol. 17 (5). – P. 1279-1290. – URL: [doi: 10.1007/s10113-016-1027-y](https://doi.org/10.1007/s10113-016-1027-y). (дата обращения: 8.02.2023).
 22. Medina Hidalgo D., Nunn P.D., Beazley H. Challenges and opportunities for food systems in a changing climate: A systematic review of climate policy integration // *Environmental Science and Policy*. – 2021. – Vol. 124. – P. 485-495. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.07.017>. (дата обращения: 20.02.2023).
 23. Muhie S.H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture // *Journal of Agriculture and Food Research*. – 2022. – Vol. 10. – P. 100446. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>. (дата обращения: 26.01.2023).
 24. Talukder B., Blay-Palmer A., VanLoon G. W., Hipel K. W. Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns // *Environmental and Sustainability Indicators*. – 2020. – Vol. 6. – P. 100038. – URL: [doi: 10.1016/j.indic.2020.100038](https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100038). (дата обращения: 14.03.2023).
 25. FAO. 1989. Sustainable Development and Natural Resources Management. Twenty-Fifth Conference, Paper C 89/2 – Supplement 2, Rome. – URL: <http://www.fao.org/3/t0162e/t0162e.pdf>. (дата обращения: 12.01.2023).
 26. FAO. 2013. Resilient livelihoods – disaster risk reduction for food and nutrition security Framework Programme. Rome, Italy, FAO. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3270e.pdf>. (дата обращения: 23.03.2023).

27. Oberč B. P., Arroyo Schnell A. Approaches to sustainable agriculture: Exploring the pathways towards the future of farming // IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: Brussels, Belgium. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.07.en>. (дата обращения: 17.03.2023).
28. Hu S., Yang Y., Zheng H., Mi C., Ma T., Shi R. A framework for assessing sustainable agriculture and rural development: A case study of the Beijing-Tianjin-Hebei region, China // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2022. – Vol. 97. – 106861. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106861>. (дата обращения: 10.03.2023).
29. Мальцева, И.С. «Зеленая» модернизация системы земледелия северного региона / И.С. Мальцева // *Север и рынок: формирование экономического порядка*. – 2018. – № 2. – С. 113–125.
30. Swagatika Patra and Pinaki Samal Integrated farming system in India: A holistic approach to magnify the economic status of innovative farmers // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2018. – Vol. 7(3). – 3632–3636. – URL: <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue3/PartAX/7-3-522-150.pdf>. (дата обращения: 27.03.2023).
31. Nguyen T.P.L., Mula L., Cortignani R., Seddaiu G., Dono G., Viridis S.G.P., Pasqui M., Roggero P.P. Perceptions of present and future climate change impacts on water availability for agricultural systems in the western Mediterranean region // *Water*. – 2016. – Vol.8 (11). – P. 523. – URL: <https://doi.org/10.3390/w8110523>. (дата обращения: 4.04.2023).
32. Santoro, A.; Venturi, M.; Bertani, R.; Agnoletti, M. A Review of the Role of Forests and Agroforestry Systems in the FAO Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) Programme. *Forests*. – 2020. – Vol.11. – Is. 8. – P. 860. – URL: <https://doi.org/10.3390/f11080860>. (дата обращения: 3.04.2023).
33. García, L.; Parra, L.; Jimenez, J.M.; Lloret, J.; Lorenz, P. IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture // *Sensors*. – Vol.2020. – Is.20. P. 1042. – URL: <https://doi.org/10.3390/s20041042>. (дата обращения: 22.03.2023).
34. Raj, E.F.I., Appadurai, M., Athiappan, K. (2021). Precision Farming in Modern Agriculture. In: Choudhury, A., Biswas, A., Singh, T.P., Ghosh, S.K. (eds) *Smart Agriculture Automation Using Advanced Technologies*. Transactions on Computer Systems and Networks. Springer, Singapore. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-6124-2_4. (дата обращения: 7.04.2023).
35. Luna J. M., House G. J. Pest management in sustainable agricultural systems // *Sustainable agricultural systems*. – CRC Press, 2020. – P. 157–173. – URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=XdVcjAyHtAgC&oi=fnd&pg=PA157&ots=iVVCPeipnm&sig=ip-IdRcQ0R2eDHXqheAL-NoMP00c&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. (дата обращения: 5.04.2023).

References

1. FAO. Report of the FAO Council, 94th Session, 1988. Rome. – URL: <https://www.fao.org/3/t0087e/t0087e00.htm>. (accessed on 20 December 2022).
2. MacRae R.J., Hill S.B., Mehuys G.R., Henning J., Farm-scale agronomic and economic conversion from conventional to sustainable agriculture // *Advances in Agronomy*. – 1990. – Vol. 43. – P. 155–198. – URL: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60478-2](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60478-2). (accessed on 11 November 2022).
3. Companiets M.A. Ponyatie ustojchivogo razvitiya v agrarnom sektore [The concept of sustainable development in the agricultural sector] / M.A. Companiets // *Vestnik Doneckogo nacionalnogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Donetsk National Technical University]. – 2016. – № 6 (6). – P. 53–59.
4. Agriculture et exploitation agricole durables: état de l'art et proposition de definitions revisitées à l'aune des valeurs, des propriétés et les frontières de la durabilité en agriculture / Zahm F. [et al.] // *Innovations Agronomiques*. – 2015. – Is. 46. – P. 105–125. – URL: https://www.researchgate.net/publication/286321676_Agriculture_et_exploitation_agricole_durables_etat_de_l'art_et_proposition_de_definitions_revisitees_a_l'aune_des_valeurs_des_proprietes_et_des_frontieres_de_la_durabilite_en_agriculture.
5. Harwood R. R. A history of sustainable agriculture // *Sustainable Agricultural Systems: Soil and Water Conservation Society*, Edwards C.A. (dir.). – USA, 1990. – URL: <https://lms.su.edu.pk/download?filename=1642580460-4-history-of-sustainable-agriculture-book-chapter.pdf&lesson=56837>. (accessed on 29 January 2023).
6. FAO. Sustainable agriculture and rural development Asia and Pacific, Regional Document No. 2, FAO/Netherlands Conference on Agriculture and the Environment, Hertogenbosch, the Netherlands, 15–19 April 1991. – URL: <http://www.fao.org/3/x6625e/x6625e02.htm>. (accessed on 16 January 2023).
7. FAO. 2014. Building a common vision for sustainable food and agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3940e.pdf>. (accessed on 6 December 2022).
8. Rigby D., Caceres D. The Sustainability of Agricultural Systems. School of Economic Studies, University of Manchester & Department of Rural Development at the National University of Cordoba, Argentina. *Rural Resources/Rural Livelihoods Working Paper Series*. Working Paper. – 1997. – № 10. – URL: https://www.researchgate.net/publication/23512281_The_Sustainability_of_Agricultural_Systems. (accessed on 26 January 2023).
9. Francis C.A., King J.W. Cropping systems based on farm-derived, renewable resources // *Agricultural Systems*. – 1988. – Vol. 27. – Is. 1. – P. 67–75. – URL: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(88\)90080-7](https://doi.org/10.1016/0308-521X(88)90080-7). (accessed on 12 January 2023).
10. USAID. U.S. Agency for International Development, 2012. Building Recurrent Crisis: USAID Policy and Program Guidance. – URL: <http://www.usaid.gov/sites/default/>

- files/documents/1870/USAIDResiliencePolicyGuidance-Documents.pdf. (accessed on 30 November 2022).
11. Robertson, G. P., Harwood, R. R. Sustainable agriculture. S. A. Levin, editor. *Encyclopedia of Biodiversity*. Second edition. Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA. – 2013. – Vol. 1. – P. 111-118. – URL: doi: 10.1016/B978-0-12-384719-5.00287-2. (accessed on 7 February 2023).
 12. Ushachev, I.G. Strategicheskie napravleniya ustojchivogo socialno-ekonomicheskogo razvitiya APK Rossii [Strategic directions of sustainable socio-economic development of the agro-industrial complex of Russia] / I.G. Ushachev // *Prikladnye ekonomicheskie issledovaniya* [Applied economic research]. – 2018. – № 2 (24). – P. 4-8.
 13. Ustojchivoe razvitie i povyshenie konkurentosposobnosti selskogo hozjajstva Rossii v usloviyah uglubleniya integracii v EAES: monografiya [Sustainable development and increasing the competitiveness of agriculture in Russia in the context of deepening integration into the EAEU: monograph] / A.F. Serkov, V.V. Maslova, V.S. Chekalin [et al.]; ed. academician I.G. Ushachev // Moscow: Nauchny Konsultant, 2018. – 151 p.
 14. UN. 2015. Sustainable Development Goals. – URL: <https://sdgs.un.org/goals/goal2>. (accessed on 28 January 2023).
 15. Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A., Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture // *Nature*. – 2012. – Vol. 485. – Is. 7397. – P. 229-232. – URL: doi: 10.1038/nature11069. (accessed on 19 January 2023).
 16. Zlobin, E.F. «Zelenaya ekonomika» i ustojchivoe razvitie selskogo hozjajstva [“Green economy” and sustainable development of agriculture] / E.F. Zlobin, O.V. Safoshina // *Formirovanie ustojchivogo razvitiya ekonomiki na principah ekologicheskogo menedzhmenta* [Formation of sustainable economic development on the principles of environmental management]: Materials of the XIII International Scientific and Practical Conference. – Orel. – 2017. – P. 90-95.
 17. Kienzler K.M., Lamers J.P.A., McDonald A., Mirzabaev A., Ibragimov N., Egamberdiev O., Akramkhanov A. Conservation agriculture in Central Asia – What do we know and where do we go from here? // *Field Crops Research*. – 2012. – Vol. 132. – P. 95-105. – URL: doi: 10.1016/j.fcr.2011.12.008. (accessed on 27 March 2023).
 18. Mzoughi N. Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming: Do moral and social concerns matter? // *Ecological Economics*. – 2011. – Vol. 70 (8). – P. 1536-1545. – URL: doi: 10.1016/j.ecolecon.2011.03.016. (accessed on 1 March 2023).
 19. Costa A.A.V.M.R. Agricultura sustentável I: conceitos // *Revista de Ciências Agrárias*. – 2010. – Vol. 33 (2). – P. 61-74. – URL: 15872-Texto%20do%20manuscripto-55680-1-10-20190130.pdf. (accessed on 13 January 2023).
 20. McNeely J.A., Scherr S.J. Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity. – 2003. – URL: <http://hdl.handle.net/10919/65756>. (accessed on 14 February 2023).
 21. Bernard B., Lux A. How to feed the world sustainably: an overview of the discourse on agroecology and sustainable intensification // *Regional Environmental Change*. – 2017. – Vol. 17 (5). – P. 1279-1290. – URL: doi: 10.1007/s10113-016-1027-y. (accessed on 8 February 2023).
 22. Medina Hidalgo D., Nunn P.D., Beazley H. Challenges and opportunities for food systems in a changing climate: A systematic review of climate policy integration // *Environmental Science and Policy*. – 2021. – Vol. 124. – P. 485-495. – URL: doi: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.07.017>. (accessed on 20 February 2023).
 23. Muhie S.H. Novel approaches and practices to sustainable agriculture // *Journal of Agriculture and Food Research*. – 2022. – Vol. 10. – 100446. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100446>. (accessed on 26 January 2023).
 24. Talukder B., Blay-Palmer A., VanLoon G. W., Hipel K. W. Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns // *Environmental and Sustainability Indicators*. – 2020. – Vol. 6. – 100038. – URL: doi: doi.org/10.1016/j.indic.2020.100038. (accessed on 14 March 2023).
 25. FAO. 1989. Sustainable Development and Natural Resources Management. Twenty-Fifth Conference, Paper C 89/2 – Supplement 2, Rome. – URL: <http://www.fao.org/3/t0162e/t0162e.pdf>. (accessed on 12 January 2023).
 26. FAO. 2013. Resilient livelihoods – disaster risk reduction for food and nutrition security Framework Programme. Rome, Italy, FAO. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i3270e.pdf>. (accessed on 23 March 2023).
 27. Oberč B. P., Arroyo Schnell A. Approaches to sustainable agriculture: Exploring the pathways towards the future of farming // IUCN, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: Brussels, Belgium. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.07.en>. (accessed on 17 March 2023).
 28. Hu S., Yang Y., Zheng H., Mi C., Ma T., Shi R. A framework for assessing sustainable agriculture and rural development: A case study of the Beijing-Tianjin-Hebei region, China // *Environmental Impact Assessment Review*. – 2022. – Vol. 97. – 106861. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106861>. (accessed on 10 March 2023).
 29. Maltseva, I.S. «Zelenaya» modernizaciya sistemy zemledeliya severnogo regiona [“Green” modernization of the agriculture system of the northern region] / I.S. Maltseva // *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo porjadka* [The North and the market: the formation of an economic order]. – 2018. – № 2. – P. 113-125.
 30. Swagatika Patra and Pinaki Samal Integrated farming system in India: A holistic approach to magnify the economic status of innovative farmers // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2018. – Vol. 7(3). – 3632-3636. – URL: <https://www.phytojournal.com/archives/2018/vol7issue3/PartAX/7-3-522-150.pdf>. (accessed on 27 March 2023).
 31. Nguyen T.P.L., Mula L., Cortignani R., Seddaiu G., Dono G., Virdis S.G.P., Pasqui M., Roggero P.P. Perceptions of present and future climate change impacts on water availability for agricultural systems in the western Mediterranean region // *Water*. – 2016. – Vol. 8 (11). – P. 523. – URL: <https://doi.org/10.3390/w8110523>. (accessed on 4 April 2023).

32. Santoro, A.; Venturi, M.; Bertani, R.; Agnoletti, M. A Review of the Role of Forests and Agroforestry Systems in the FAO Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) Programme. *Forests*. – 2020. – Vol.11. – Is. 8. – P. 860. – URL: <https://doi.org/10.3390/f11080860>. (accessed on 3 April 2023).
33. García, L.; Parra, L.; Jimenez, J.M.; Lloret, J.; Lorenz, P. IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture // *Sensors*. – Vol.2020. – Is.20. P. 1042. – URL: <https://doi.org/10.3390/s20041042>. (accessed on 22 March 2023).
34. Raj, E.F.I., Appadurai, M., Athiappan, K. (2021). Precision Farming in Modern Agriculture. In: Choudhury, A., Biswas, A., Singh, T.P., Ghosh, S.K. (eds) *Smart Agriculture Automation Using Advanced Technologies*. Transactions on Computer Systems and Networks. Springer, Singapore. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-6124-2_4. (accessed on 7 April 2023).
35. Luna J. M., House G. J. Pest management in sustainable agricultural systems // *Sustainable agricultural systems*. – CRC Press, 2020. – P. 157-173. – URL: https://books.google.ru/books?hl=ru&lr=&id=XdVcjAyHtAgC&oi=fnd&pg=PA157&ots=iVVCPeipnm&sig=ip-ldRcQOR2eDHXqheaL-NoMP00c&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false. (accessed on 5 April 2023).

Благодарность (госзадание)

Исследование выполнено в рамках НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ государственного учета 121021800128-8).

Информация об авторе:

Мальцева Ирина Станиславовна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник лаборатории экономики природопользования Института социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук; <http://orchid.org/0000-0001-7359-6720> (Российская Федерация, 167982, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 26; e-mail: maltseva@iespn.komisc.ru).

About the author:

Irina S. Maltseva – Candidate of Sciences (Economics), Senior Researcher, Laboratory of Environmental Economics, Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North FRC Komi SC UB RAS, <http://orchid.org/0000-0001-7359-6720> (Institute for Socio-Economic & Energy Problems of the North, Federal Research Centre Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 26 Kommunisticheskaya st., Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167982; e-mail: maltseva@iespn.komisc.ru).

Для цитирования:

Мальцева, И.С. Подходы к формированию устойчивого сельского хозяйства в северном регионе / И.С. Мальцева // *Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экономические науки»*. – 2023. – № 3 (61). – С. 86–97.

For citation:

Maltseva, I.S. Podhody k formirovaniyu ustojchivogo sel'skogo hozyajstva v severnom regione [Approaches to the formation of sustainable agriculture in the northern region] / I.S. Maltseva // *Proceedings of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Economic Sciences"*. – 2023. – № 3 (61). – P. 86–97.

Дата поступления статьи: 14.04.2023

Прошла рецензирование: 17.04.2023

Принято решение о публикации: 30.05.2023

Received: 14.04.2023

Reviewed: 17.04.2023

Accepted: 30.05.2023