



ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) ECOLOGY (ITS BRANCHES)



Научная статья

УДК 631.8

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2026-10-1-29-37>

Природоподобие как доминанта развития современных агротехнологий: концептуальные основы и стратегические перспективы

В.В. Поляков

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация

Предпринята попытка осмысления феномена природоподобия, во многом формирующего ключевой вектор трансформации сельского хозяйства, особенно в условиях нарастания экологических проблем. В данном контексте рассмотрены сущностное содержание и генезис природоподобных технологий, а также предложен авторский подход к их классификации. Кроме того, проанализированы уже реализованные практические шаги по внедрению подобных решений как в зарубежном, так и в отечественном агросекторе. Особое внимание уделено обоснованию необходимости разработки специализированной программы развития подобных агротехнологий в Ростовской области с учетом специфики присущих региону природно-климатических характеристик.

Ключевые слова: природоподобные технологии, биомимикрия, агросфера, устойчивое развитие, Ростовская область, почвозащитное земледелие, экологизация сельского хозяйства

Для цитирования: Поляков В.В. Природоподобие как доминанта развития современных агротехнологий: концептуальные основы и стратегические перспективы. *Экономика и экология территориальных образований*. 2026;10(1):29–37. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2026-10-1-29-37>

Research Article

Nature-Likeness as a Dominant Factor in the Development of Modern Agricultural Technologies: Conceptual Foundations and Strategic Prospects

Vyacheslav V. Polyakov

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract

The article attempts to understand the phenomenon of nature-like technologies that largely underlie the formation of the key vector of agricultural transformation, especially in the context of growing environmental challenges. In the given circumstances, the essence and genesis of nature-like technologies have been investigated. The author's approach to classification of these technologies has been proposed. Furthermore, already implemented practical steps on using such solutions in both the international and national agricultural sectors have been analysed. Particular attention has been paid on the rationale for developing a specialised program on fostering such agricultural technologies in the Rostov Region, taking into account the unique natural and climatic conditions of the region.

Keywords: nature-like technologies, biomimicry, agrosphere, sustainable development, Rostov Region, soil conservation agriculture, greening of agriculture

For Citation: Polyakov VV. Nature-Likeness as a Dominant Factor in the Development of Modern Agricultural Technologies: Conceptual Foundations and Strategic Prospects. *Economy and Ecology of Territorial Formations*. 2026;10(1):29–37. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2026-10-1-29-37>

Введение. Характеризуя современные тенденции развития аграрного сектора в контексте обострения эколого-экономических противоречий, можно с полной уверенностью констатировать, что индустриальная по своей сути модель сельского хозяйства, которая доминировала на протяжении последних десятилетий, полностью исчерпала свой потенциал. Как справедливо отмечают специалисты, сегодня мы имеем дело с ситуацией, в которой прежние методы хозяйствования, ориентированные исключительно на краткосрочную выгоду, утратили свою эффективность [1].

В этих условиях одной из наиболее перспективных мер, способных снять накопившиеся противоречия, становится внедрение природоподобных технологий. При этом важно отметить, что речь идет не просто о наборе неких инженерных решений, а о целостной концепции — своеобразной философии интеграции техносферы в естественные природные процессы.

Само понятие природоподобности, если рассматривать его в научном контексте, значительно шире простого копирования внешних природных форм или использования бионического дизайна. В центре внимания находится воспроизведение принципов функционирования природных систем на всех уровнях — от молекулярного до экосистемного. А.А. Степанов и его соавторы трактуют такую модель как принципиально новый тип хозяйствования, основанный на технических решениях, имитирующих природные процессы и, что особенно важно, не нарушающих естественный круговорот веществ [2]. На уровне государственной политики в Российской Федерации под этим термином понимаются технологии, функционирующие по принципам живых систем и обеспечивающие экологически чистое производство [3].

Применительно к сельскому хозяйству природоподобие означает отказ от устоявшейся логики «покорения» природы. Речь идет о переходе к иной стратегии, ориентированной на то, чтобы не замещать биологические процессы техническими системами, а, напротив, воспроизводить их внутреннюю логику, высокую эффективность и замкнутость циклов. При этом переход к подобной модели уже нельзя рассматривать исключительно как элемент экологической повестки. Скорее, это можно обозначить как жесткую экономическую необходимость. В условиях климатической нестабильности и сокращения ресурсной базы выживают прежде всего те системы, которые обладают природной устойчивостью и способностью к адаптации.

Суть данного подхода заключается в создании материалов, устройств и технологических процессов, функционирующих в соответствии с законами живой природы. В этом проявляется его принципиальное отличие от бионики, ограничивающейся заимствованием форм, или от биотехнологий в их узком понимании. Природоподобные технологии ориентированы на системный уровень, предполагая воспроизведение механизмов самоорганизации, использование возобновляемых источников энергии по аналогии с фотосинтезом, а также отказ от самого понятия «отходы». В природных системах отходов не существует: продукт жизнедеятельности одного элемента неизбежно становится ресурсом для другого.

Истоки данного направления уходят в глубокую древность. Человек издавна, пусть и интуитивно, ориентировался на поведение животных и структуру растений — будь то охота или строительство жилища. Однако как научная дисциплина биомимикрия (от греч. *bios* — «жизнь» и *mimesis* — «подражание») начала формироваться лишь во второй половине XX века. Существенным этапом стало введение термина «биомиметика» О. Шмиттом в 1950-х годах. Позднее Ж. Бенюс придала этому направлению концептуальную завершенность, предложив рассматривать природу как модель, меру и наставника. Именно этот сдвиг позволил перейти от простого извлечения ресурсов к изучению природных «чертежей», оттачиваемых эволюцией на протяжении миллиардов лет [4]. Как подчеркивают М.В. Ковальчук и его соавторы, возникновение природоподобных технологий является вершиной технологической эволюции, позволяющей решать глобальные проблемы современности через создание систем, обладающих признаками живых организмов и способных к саморазвитию [5].

Определить, является ли технология действительно природоподобной, можно по ряду ключевых признаков. К ним относятся децентрализация управления (по аналогии с коллективным поведением биологических систем), использование солнечной энергии как базового источника, высокая ресурсная эффективность, отсутствие токсичных выбросов и способность к самовосстановлению. Конкретные проявления варьируются в зависимости от отрасли: в энергетике, например, это органические фотоэлементы, на транспорте — обтекаемые формы, заимствованные у водных организмов, в медицине — наноструктуры, имитирующие клеточные мембраны и обеспечивающие адресную доставку препаратов [6].

Однако принципиально важное значение природоподобные технологии приобретают именно в аграрной сфере, где взаимодействие с живыми системами является непосредственным. Любое отклонение от природной логики здесь почти неизбежно ведет к деградации агроэкосистем. Внедрение таких технологий позволяет восстановить «иммунитет» почвы, наладить взаимодействие растений с микрофлорой и повысить устойчивость агроэкосистем к засухам и вредителям без избыточного применения химических средств. В значительной степени именно внедрение природоподобных технологий способствует кардинальной смене парадигмы развития сельскохозяйственного производства, что проиллюстрировано в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ индустриальной и природоподобной парадигмы сельскохозяйственного производства

Параметр сравнения	Индустриальная агротехнология	Природоподобная агротехнология
Базовый принцип	Механическое подчинение и замещение функций	Моделирование системы и интеграция в циклы
Состояние почвы	Пассивный субстрат для удобрений	Активная живая система (холобионт)
Роль биоразнообразия	Препятствие (контроль сорняков и вредителей)	Необходимое условие устойчивости и защиты
Энергопотребление	Высокое (зависимость от ископаемого топлива)	Низкое (опора на солнечную и биоэнергию)
Управление рисками	Внешнее вмешательство (пестициды, орошение)	Внутренняя адаптивность и саморегуляция
Воздействие	Деградация ресурсов и накопление отходов	Восстановление ресурсов и замкнутый цикл

Мировой опыт демонстрирует весьма убедительные результаты применения подобных подходов. В частности, в США и странах Южной Америки активно развивается регенеративное земледелие, ключевым элементом которого является технология No-till (нулевая обработка почвы). Данный метод воспроизводит естественное состояние почвенного покрова, при котором почва не остается «обнаженной». Отказ от вспашки способствует сохранению сложной сети грибного мицелия — микоризы, которая фактически выполняет функцию природной «информационной сети», обеспечивая растения водой и элементами питания, такими как фосфор [7].

Еще один показательный пример — китайский и индийский опыт реализации интегрированных систем «рис — рыба» и «рис — утка», в которых воспроизводится естественная экосистема заболоченной местности. Рыба или птица обитают непосредственно на рисовых чеках, поедают вредителей и сорную растительность, а продукты их жизнедеятельности одновременно служат естественным удобрением. В результате становится возможным полностью отказаться от применения пестицидов, а потребность в минеральных удобрениях сокращается на треть, а иногда и почти наполовину, при этом урожайность остается на высоком уровне [8].

Россия также демонстрирует определенные успехи в данной области, особенно в регионах с неблагоприятными климатическими условиями. Так, в Алтайском крае и Новосибирской области уже достаточно длительное время применяются природоподобные почвозащитные технологии, основанные на вышеотмеченном принципе No-till: слой мульчи, сформированный из растительных остатков, эффективно защищает почву от ветровой эрозии, что имеет принципиальное значение для степных территорий [9]. Отечественные научные коллективы разрабатывают препараты на основе энтомофагов — полезных насекомых, естественным образом регулирующих численность вредителей. В тепличных хозяйствах Краснодарского края и центральной России подобные решения позволяют выращивать овощную продукцию практически без использования химических средств защиты [10].

Отдельного внимания заслуживает концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. В рамках данного подхода размещение полей и выбор сельскохозяйственных культур определяется не абстрактной геометрией карт, а реальными особенностями рельефа и почвенного покрова. Это позволяет существенно снизить вымывание удобрений в водные объекты и овраги, а сама структура посевов начинает напоминать естественное распределение растительности в природе. В свою очередь, например, в тепличных комплексах внедряются системы «сигнализации растений», в рамках которых специальные датчики фиксируют физиологические реакции культур и автоматически корректируют режим питания [11]. Фактически в подобном случае речь идет о реализации принципов биологической обратной связи.

Основная часть. Опираясь на накопленный к настоящему времени практический опыт, возможно предложить классификацию природоподобных технологий в аграрной сфере, разделив их на три основные группы. Первая группа — структурно-морфологические технологии, основанные на имитации физических форм и свойств природных объектов. К ним можно отнести, например, самозатачивающиеся режущие элементы, аналогичные зубам грызунов, или материалы, предназначенные для сбора влаги. Вторая группа — биохимические и метаболические технологии, воспроизводящие природные химические процессы: биопрепараты, феромонные ловушки, системы биологической фиксации азота. Третья группа — системно-эко-системные технологии, моделирующие организацию природных сообществ и включающие в себя многоярусные агролесные системы, технологии No-till и интеграцию растениеводства с животноводством в рамках единого цикла. К данной группе также относятся интеллектуальные сельскохозяйственные роботизированные системы (таблица 2).

Таблица 2

Классификационная модель природоподобных аграрных технологий

Группа технологий	Ключевые характеристики	Примеры реализации
Структурно-морфологические	Имитация физических и механических свойств биологических объектов	Биомиметические ловушки для сбора влаги, самоочищающиеся покрытия
Биохимические и метаболические	Воспроизведение природных сигналов и циклов питания	Биоустройства на основе микоризы, технологии РНК-интерференции
Системно-эко-системные	Моделирование сетевых связей и устойчивости сообществ	No-till, агролесоводство, роевая робототехника

Развитие данных технологий в России в последние годы приобретает статус национального приоритета. Ключевым нормативным актом в этой сфере является Указ Президента Российской Федерации № 818 от 2 ноября 2023 года «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», который закрепляет само понятие «природоподобные технологии» в правовом поле и ставит перед правительством задачу выработки четких критериев их определения [12]. Фактически речь идет о переходе от концепции «охраны природы» к модели «сосуществования и совместного развития с ней», что должно стать основой технологического суверенитета страны. Как отмечает Т.В. Редникова, ранее отсутствие четко сформулированной правовой базы существенно ограничивало возможности государственной поддержки данного направления, однако в настоящее время заложены методологические основы для стандартизации и сертификации соответствующей продукции [13].

Дальнейшее развитие указанные положения получили в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, где природоподобные технологии рассматриваются как один из ключевых инструментов противодействия истощению ресурсов и изменению климата. Для аграрного сектора это означает поддержку новых сортов сельскохозяйственных культур (в том числе с применением методов геномного редактирования), разработку биосовместимых материалов для сельскохозяйственной техники, а также создание цифровых двойников полей.

Вместе с тем специфика системы сельскохозяйственного производства в такой большей стране, как Российская Федерация, такова, что его развитие невозможно эффективно регулировать исключительно на федеральном уровне, поскольку оно в значительной степени зависит от локальных природно-климатических условий. Федеральные органы задают общие рамки, однако практическая реализация должна осуществляться на региональном уровне. Очевидно, что технологические решения, применимые для черноземных территорий, будут принципиально отличаться от подходов, используемых в северных регионах или в засушливых степных зонах юга страны. Только на местном уровне возможно в полной мере учитывать особенности почвенного покрова, структуру вредителей и сложившиеся аграрные традиции.

Особую актуальность данная проблема приобретает для Ростовской области. Регион относится к зоне рискованного земледелия, причем процессы опустынивания в южных районах становятся все более заметными. Традиционные методы борьбы с засухой, основанные преимущественно на интенсивном орошении, нередко приводят к негативным последствиям, включая засоление почв. В этих условиях принципиально важно сформировать систему стимулов для хозяйствующих субъектов, инвестирующих в восстановление почвенного плодородия и рациональное водопользование с опорой на природные механизмы. Это требует разработки специализированной региональной программы поддержки развития природоподобных технологий агросферы, способной объединить усилия науки, государства и бизнеса в рамках нескольких ключевых направлений (таблица 3).

Таблица 3

Основные направления реализации программы поддержки развития природоподобных технологий агросферы в Ростовской области

Направление	Ключевые мероприятия
Сохранение ресурсов	Субсидирование перехода на технологии No-till и Strip-till
Мелиоративная инфраструктура	Восстановление лесополос и создание травяных насаждений
Научно-образовательное направление	Разработка образовательных программ для подготовки специалистов
Цифровой мониторинг	Внедрение региональной системы ГИС-анализа земель

Программа должна опираться на три ключевых постулата: массовое внедрение влагосберегающих технологий прямого посева, восстановление системы защитных лесополос и развитие цифрового управления агроландшафтами. В частности, целесообразно предусмотреть субсидирование приобретения техники для прямого посева, предоставление льготных кредитов на создание лесополос, а также финансирование научных центров, занимающихся разработкой отечественных сортов и биологических препаратов.

Важнейшим направлением в рамках данной программы должна стать реализация проекта «Лесостепной щит Дона», направленного на восстановление и создание новых систем лесополос на основе принципов пермакультуры и агролесоводства. Эти полосы должны функционировать как самоподдерживающиеся экосистемы, обеспечивая не только ветрозащиту, но и дружественную среду обитания для опылителей, а также энтомофагов — естественных регуляторов численности насекомых-вредителей.

Механизм взаимодействия между органами власти и сельхозпроизводителями, использующими природоподобные решения, целесообразно выстраивать на основе государственно-частного партнерства. Региональное министерство сельского хозяйства может выступать в качестве оператора, обеспечивающего организационную поддержку, в то время как научные учреждения будут выполнять экспертные функции. Научно-образовательный блок программы предполагает создание на базе Донского государственного аграрного университета центра компетенций, который обеспечит интеллектуальное и консалтинговое сопровождение фермерских хозяйств, а также создание сети демонстрационных площадок («карбоновых ферм»), где будут апробироваться модели комплексного землепользования, реализуемого на принципах природоподобия. Важную роль должна сыграть цифровая платформа, позволяющая получать рекомендации на основе спутниковых данных и подавать заявки на получение грантовой поддержки. Перспективным представляется также внедрение механизма грантов для пилотных проектов, которые, в отличие от стандартных мер поддержки, должны быть привязаны к конкретным КРІ: росту содержания органического вещества в почве, снижению индекса пестицидной нагрузки и увеличению биоразнообразия на полях.

Целесообразно и создание при губернаторе области регионального совета по развитию природоподобных технологий в агропромышленном комплексе. Не менее важным является формирование системы подготовки кадров, ориентированной на переобучение агрономов и инженеров с учетом современных биологических и экологических знаний. Совокупность указанных элементов формирует архитектуру реализации программы (рис. 1).



Рис. 1. Архитектура реализации программы поддержки развития природоподобных технологий агросферы Ростовской области

Заключение. Подводя итоги проведенного анализа, можно заключить, что природоподобные технологии представляют собой одно из наиболее перспективных направлений развития

современного сельского хозяйства. Несмотря на то, что исследования в данной области пока носят фрагментарный характер, государственная поддержка создает предпосылки для масштабной трансформации отрасли. В подобных условиях концепция природоподобности как основа поступательного развития аграрного сектора позволяет преодолеть традиционное противоречие между экономическим ростом и охраной окружающей среды, формируя устойчивую основу для долгосрочного развития аграрного сектора.

Список литературы / References

1. Tosheva MR. Prospects for Using the Principles of “Green Economy” in Agriculture. *Sustainable Agriculture*. 2024;2(22):23–29. (In Russ.).
2. Степанов А.А., Савина М.В., Степанов И.А., Ожегина Н.К. Экономика природоподобных технологий: сущность и особенности. *Креативная экономика*. 2025;19(12):3237–3256.
Stepanov AA, Savina MV, Stepanov IA, Ozhegina NK. Economics of Nature-Like Technologies: The Nature and Specifics. *Creative Economy*. 2025;19(12):3237–3256. (In Russ.).
3. *О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации*. Указ Президента Российской Федерации № 818 от 2 ноября 2023 года. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407819575/> (дата обращения: 07.04.2026)
On the Development of Nature-Like Technologies in the Russian Federation. Executive Order of the President of the Russian Federation No. 818 of November 2, 2023. (In Russ.). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/407819575/> (accessed: 07.04.2026)
4. Benyus JM. *An Introduction to Biomimicry*. URL: <https://nextnature.org/nl/magazine/story/2019/biomimicry-prime>
5. Ковальчук М.В., Нарайкин О.С., Яцишина Е.Б. Природоподобные технологии: новые возможности и новые вызовы. *Вестник Российской академии наук*. 2019;89(5):455–465.
Kovalchuk MV, Naraikin OS, Yatsishina EB. Nature-Like Technologies: New Opportunities and New Challenges. *Herald of the Russian Academy of Sciences*. 2019;89(5):455–465. (In Russ.).
6. El-Zeiny RMA. Biomimicry as a Problem Solving Methodology in Interior Architecture. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*. 2012;50:502–512.
7. Furheen T, Dilshad M, Noor A, Daod Khan M, Haider SMS, Liaquat M, et al. Regenerative Agriculture as a Nature-Based Solution: Unlocking Soil–Carbon–Climate Interactions for Environmental Resilience. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*. 2025;12(9):266–277. (In Russ.). <https://doi.org/10.36347/sjavs.2025.v12i09.001>
8. Lal R. Sustainable Food Production through Integrated Rice–Fish Farming in India. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2022;(6):612–625.
9. Астапов Н., Мошкин В. Технологии «Ноу-тилл» в хозяйствах Алтайского края, передовой опыт и проблемы внедрения. *Главный агроном*. 2017;(4).
Astapov N, Moshkin V. No-Till Technologies in Farms of the Altai Territory, Best Practices and Implementation Problems. *Chief Agronomist*. 2017;(4). (In Russ.).
10. *Биологическая защита овощных культур в теплицах всех уровней*. URL: <https://www.biom-group.ru/blog/biologicheskaya-zashchita-ovoshchnykh-kultur-v-teplitsakh-vsekh-urovney> (дата обращения: 07.04.2026).
Biological Protection of Vegetable Crops in Greenhouses of All Sizes. (In Russ.). URL: <https://www.biom-group.ru/blog/biologicheskaya-zashchita-ovoshchnykh-kultur-v-teplitsakh-vsekh-urovney> (accessed: 07.04.2026).

11. Cortezano CB, Ali HR, Buenafe JML, Gannaban JMF, Fabroat MN. Automated Greenhouse Climate Control Using DHT11 Sensor for Small Scale Plant Growth. *International Journal of Research and Innovation in Social Science*. 2026;10(1):2221–2236. <https://doi.org/10.47772/IJRIS.2026.10100174>

12. *О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации*. Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 года № 145. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/> (дата обращения: 07.04.2026).

On the Strategy for Scientific and Technological Development of the Russian Federation. Executive Order of the President of the Russian Federation No. 145 of February 28, 2024. (In Russ.). URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/408518353/> (accessed: 07.04.2026).

13. Редникова Т.В. К вопросу о правовом понятии и критериях природоподобных технологий. *Юридические исследования*. 2025;(6):27–43.

Rednikova TV. On the Issue of the Legal Concept and Criteria of Nature-Like Technologies. *Legal Research*. 2025;(6):27–43. (In Russ.).

Об авторе:

Вячеслав Владимирович Поляков, кандидат экономических наук, доцент кафедры экономики природопользования и кадастра Донского государственного технического университета (344003, Российская Федерация, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), polakoww@rambler.ru

Конфликт интересов: автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

About the Author:

Vyacheslav V. Polyakov, Cand.Sci. (Economics), Associate Professor of the Environmental Management and Cadastre Economics Department, Don State Technical University (1, Gagarin Sq., Rostov-on-Don, 344003, Russian Federation), polakoww@rambler.ru

Conflict of Interest Statement: the author declares no conflict of interest.

The author has read and approved the final manuscript.