



ЭКОЛОГИЯ (ПО ОТРАСЛЯМ) ECOLOGY (ITS BRANCHES)



Научная статья

УДК 338.21.9

<https://doi.org/10.23947/2413-1474-2024-8-3-27-33>

Природоподобные технологии как инновационный ответ на вызовы XXI века

В.В. Поляков

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

Аннотация

Представлен комплексный анализ концепции природоподобных технологий. Рассматриваются различные подходы к пониманию сущностной стороны данного понятия, анализируются присущие им схожие черты. Приведены конкретные примеры внедрения природоподобных технологий в различных отраслях экономики, оценивается их эффективность и выделяются основные барьеры, затрудняющие широкое распространение этих технологий. Особое внимание уделено применению природоподобных технологий в агропромышленном комплексе и их потенциалу в контексте поиска путей решения экологических проблем.

Ключевые слова: природоподобные технологии, устойчивое развитие, инновации, сельскохозяйственное производство, экологизация, адаптивность, эколого-экономическое взаимодействие

Для цитирования. Поляков В.В. Природоподобные технологии как инновационный ответ на вызовы XXI века. *Экономика и экология территориальных образований*. 2024;8(3):27–33. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2024-8-3-27-33>

Research Article

Nature-Like Technologies as an Innovative Feedback to the Challenges of the XXI Century

Vyacheslav V. Polyakov

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

Abstract

A comprehensive analysis of the concept of nature-like technologies is presented. Various approaches to understanding the essence of this concept are studied, and their inherent similarities are analysed. Definite cases of implementation of the nature-like technologies into the various sectors of economy are provided, efficiency of these technologies is evaluated, and the main obstacles hindering their wide-spreading are identified. Particular attention is paid to the use of nature-like technologies in the agro-industrial complex and to their potential in the context of solving the environmental problems.

Keywords: nature-like technologies, sustainable development, innovations, agricultural production, greening, adaptability, ecology-economy interaction

For Citation. Polyakov VV. Nature-Like Technologies as an Innovative Feedback to the Challenges of the XXI Century. *Economy and Ecology of Territorial Formations*. 2024;8(3):27–33. <https://doi.org/10.23947/2413-1474-2024-8-3-27-33>

Введение. Человечество, осознавая ограниченность природных ресурсов и необходимость сохранения окружающей среды, все чаще обращается к природе в поисках решения самых разных проблем глобального и локального уровней. Природоподобные технологии — это один из результатов такого поиска, являющий собой инновационный подход, который ориентирован на создание производственных процессов и продуктов, имитирующих природные механизмы и системы.

Суть процесса разработки и применения таких технологий заключается в том, чтобы использовать природные принципы самоорганизации, цикличности и адаптивности в самых различных сферах человеческой деятельности. Одним из наиболее перспективных направлений применения природоподобных технологий является агропромышленный комплекс. Технологии прямого посева и безотвальной обработки почвы, имитирующие естественные процессы почвообразования, позволяют существенно снизить эрозию почв, повысить их плодородие и, как следствие, урожайность сельскохозяйственных культур. Аналогичным образом в промышленности такие инновационные технологии, как литье по ледяным моделям и аддитивное производство, демонстрируют возможность создания продуктов с уникальными свойствами и характеристиками, что открывает новые перспективы для развития различных отраслей.

Основная часть. Преимущества природоподобных технологий вполне очевидны: они способствуют сохранению окружающей среды, повышают экономическую эффективность и создают более безопасные условия для жизни. Однако внедрение этих технологий сопряжено с определенными трудностями. Высокие начальные инвестиции, необходимость изменения традиционных подходов и отсутствие четких стандартов — лишь некоторые из них.

Несмотря на существование данных проблем, потенциал развития природоподобных технологий огромен. Они открывают новые возможности для создания устойчивых и эффективных производственных систем, которые могут помочь решить многие глобальные проблемы современности.

В данном контексте принципиально важным является определение развития природоподобных технологий в качестве одного из приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации. В частности, в ноябре 2023 года президентом РФ был подписан указ «О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации». Основные задачи, поставленные перед правительством РФ в данном документе, можно изложить следующим образом:

- разработка четких критериев и принципов, на основании которых технологии могут быть отнесены к категории природоподобных;
- оценка существующего уровня развития природоподобных технологий в стране и определение наиболее перспективных направлений осуществления дальнейших исследований и разработок в данной сфере;
- разработка плана действий, направленных на развитие природоподобных технологий, включающего меры по созданию современной научной инфраструктуры, подготовке высококвалифицированных кадров и проведению фундаментальных исследований;

- определение Курчатковского института в качестве головной организации, координирующей реализацию мероприятий, ориентированных на поддержку развития природоподобных технологий.

Идея создания технологий, имитирующих природные процессы, отнюдь не нова. Однако в последние годы она приобрела особую актуальность в связи с растущим осознанием ограниченности природных ресурсов и необходимости перехода к более устойчивому развитию. При этом можно отметить целый ряд определений, по-разному трактующих их сущностное содержание.

Так, К.Н. Трубецкой, В.Н. Захаров и Ю.П. Галченко в качестве природоподобных определяют технологии, сформированные на основе имеющихся знаний о природных процессах [1]. А.А. Корцхия и Г.И. Макаренко считают, что подобные технологии основываются на исследовании характерных для живой природы объектов и процессов, осмыслении присущих им механизмов и их последующем воспроизведении в форме определенных технических решений [2].

А.В. Кулев и Е.В. Шалобаев дают более широкое определение природоподобных технологий, рассматривая их как синтез изобретений природы и человеческой технической мысли [3].

При этом Е.М. Гусев, говоря о ключевых особенностях природоподобных технологий, констатирует, что они характеризуются более низким уровнем энтропии, что свидетельствует о большей степени их упорядоченности и гармоничности с природными процессами. В качестве иллюстрации этого тезиса автор анализирует эволюцию подходов к осуществлению почвообработки. Он отмечает, что исторически сложившиеся антропогенные методы, как правило, требуют более многочисленных и энергозатратных технологических операций, по сравнению с природоподобными аналогами. Это объясняется тем, что последние, будучи основанными на имитации естественных процессов почвообразования, в меньшей степени нарушают существующие равновесия в экосистеме [4].

Визуальное представление данного утверждения представлено на рис. 1, где наглядно демонстрируется разница в количестве технологических операций, необходимых для реализации традиционных и природоподобных методов почвообработки.

По мнению О.А. Халтуриной и Н.Е. Терешкиной, концепт природоподобных технологий охватывает широкий спектр направлений, интегрируя биологические, технологические и социально-экономические аспекты. Во-первых, он основывается на глубоком понимании живых систем и применении биотехнологий для создания инновационных продуктов и процессов в сельском хозяйстве, промышленности и информатике. Во-вторых, этот концепт предполагает переход к постфоссильной экономике, где энергия и сырье будут добываться из возобновляемых источников и биомассы. В-третьих, природоподобные технологии формируют основу новой экономической модели, в которой биопродукты и биопроцессы играют ключевую роль в повышении благосостояния общества и устойчивом развитии [5].

П.А. Косых, в свою очередь, выделяет ряд направлений использования природоподобных технологий в агросфере [6]:

1. Лесная мелиорация, основанная на принципах природоподобных технологий, позволяет восстанавливать и улучшать лесные экосистемы путем имитации естественных сукцессион-

ных процессов. Выбор лесных культур, методы посадки и ухода подбираются с учетом конкретных почвенно-климатических условий и биоразнообразия региона, что способствует формированию устойчивых и высокопродуктивных лесов.

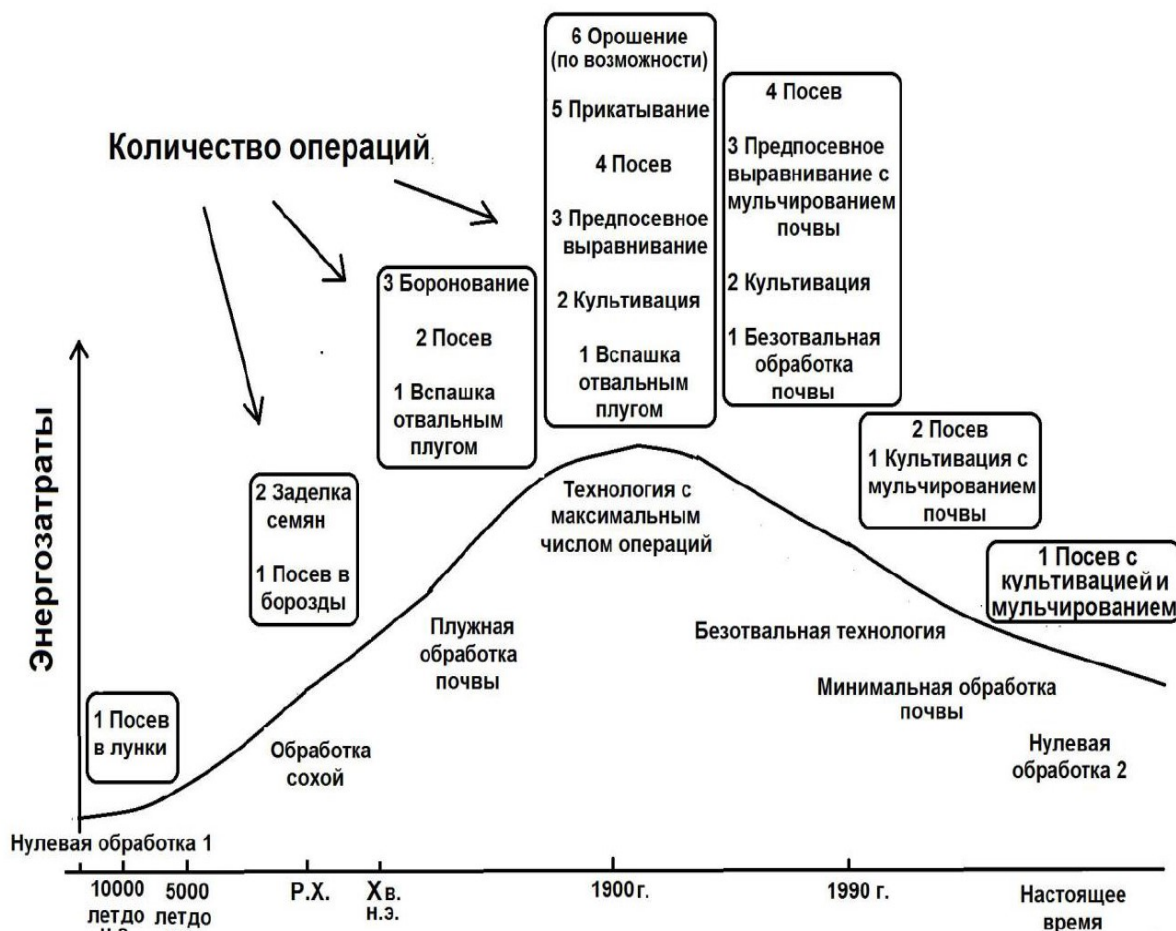


Рис. 1. Эволюция агротехнологических подходов, используемых в процессе почвообработки [4]

2. Активное восстановление нарушенных земель, таких как овраги, достигается путем создания условий для естественной сукцессии. Применение природоподобных технологий, включая биоинженерные методы закрепления склонов и подбор растительности, способствует ускорению процессов почвообразования и восстановления биоразнообразия, превращению оврагов в полноценные элементы ландшафта.

3. В борьбе с эрозией почвы природоподобные технологии предлагают целый комплекс экологических и эффективных решений. Создание растительных полос, террас и других биоинженерных сооружений позволяет замедлить поверхностный сток, снизить скорость ветровой эрозии и способствовать накоплению органического вещества в почве.

4. Создание мозаичных ландшафтов, имитирующих естественные экосистемы, повышает их устойчивость и биоразнообразие. Природоподобные технологии позволяют оптимизировать использование земельных ресурсов путем чередования сельскохозяйственных культур, лесных насаждений и естественных экосистем, что способствует сохранению почвенного плодородия и биологического разнообразия.

5. Энтомологическая регуляция, то есть регулирование численности насекомых-вредителей, может осуществляться с помощью биологических методов, предполагающих, в частности, формирование благоприятных условий для развития естественных врагов вредителей, таких как

хищные насекомые и паразиты. Она позволяет исключить или существенно снизить использование химических пестицидов и сохранить биологическое равновесие в агроэкосистемах.

6. Улучшение водного режима почв достигается путем использования таких гидромелиоративных мероприятий, основанных на принципах природоподобия, как создание водоемов, террас и других гидротехнических сооружений, это позволяет регулировать поверхностный сток, повышать уровень грунтовых вод и создавать благоприятные условия для развития растительности.

7. Создание культурных пастбищ, обеспечивающих высокую продуктивность и экологическую устойчивость, предполагает подбор многолетних трав, рациональную организацию пастбищеоборота и другие агротехнические приемы, которые позволяют повысить продуктивность пастбищ, сохранять почвенное плодородие и биоразнообразие.

8. Принцип дифференцированного использования земель, учитывающий природные особенности каждого участка, является основой устойчивого землепользования. Природоподобные технологии позволяют оптимизировать использование земельных ресурсов, минимизируя негативное воздействие на окружающую среду и обеспечивая долгосрочную продуктивность агроэкосистем.

В англоязычной научной литературе для обозначения концепции, близкой к русскому термину «природоподобные технологии», наиболее часто используются понятия *nature-based technologies* и *nature-based solutions*. Последнее, более широкое по своему охвату, подразумевает не только технические мероприятия, но и совокупность мер, направленных на использование естественных процессов и ресурсов для решения широкого спектра проблем, включая экологические, социальные и экономические.

Указанные термины получили широкое распространение в начале 2000 годов в контексте поиска путей к устойчивому развитию сельского хозяйства. Ученые и практики стремились найти способы минимизировать негативное воздействие агропроизводства на окружающую среду и оптимизировать использование природных ресурсов. В рамках таких дискуссий с помощью этих двух понятий стали обозначать инновационные подходы к управлению природными ресурсами в агроэкосистемах, выходящие за рамки традиционных технологических решений [7].

Во втором десятилетии XXI века концепция природоподобных решений получила широкое признание в научном сообществе и нашла отражение в документах ряда международных организаций, таких как Международный союз охраны природы (МСОП). МСОП определяет природоподобные решения как комплекс мер, основанных на использовании сил и процессов природы для решения глобальных экологических и социальных проблем. При этом акцент делается на том, что подобные решения должны основываться на глубоком понимании природных процессов и механизмов [8].

В целом можно подчеркнуть, что среди разнообразия точек зрения, определяющих сущность природоподобных технологий, ключевыми характеристиками, присущими им, являются следующие позиции:

1. Природоподобные технологии стремятся воссоздать в рамках технических систем такие фундаментальные природные принципы, как самоорганизация, цикличность и адаптивность.

2. Основной целью разработки и применения данных технологий является минимизация негативного антропогенного воздействия на окружающую среду путем интеграции технических систем в природные циклы.

3. Природоподобные технологии направлены на повышение производительности и снижение затрат за счет использования природных механизмов и оптимизации ресурсопотребления.

4. Системы, созданные на основе принципов природоподобия, способны гибко реагировать на изменения внешних по отношению к ним условий и факторов, повышая при этом свою устойчивость [9].

Заключение. Таким образом, можно утверждать, что природоподобные технологии выступают результатом синтеза знаний из различных областей науки и техники, направленного на создание инновационных решений, вдохновленных природными процессами. Данный подход выходит за рамки узкоспециализированных инженерных дисциплин, предлагает новую парадигму взаимодействия человека с окружающей средой, основанную на принципах биомимикрии и устойчивого развития.

Преимущества природоподобных технологий неоспоримы: они способствуют экологической устойчивости, повышают экономическую эффективность и улучшают качество жизни. Однако реализация их потенциала требует значительных инвестиций и инновационных решений, выходящих за рамки традиционных технологических парадигм.

Но несмотря на существующие сложности природоподобные технологии открывают новые горизонты в развитии современной цивилизации, предлагая инновационные решения для преодоления острых экологических и экономических вызовов. Основываясь на глубоком понимании природных процессов и механизмов, подобные технологии позволяют создавать более устойчивые и эффективные системы производства и потребления. Постоянно расширяющийся круг исследований в этой области свидетельствует о том, что потенциал природоподобных технологий далеко не исчерпан и в ближайшем будущем можно ожидать появления еще более смелых и перспективных идей, ориентированных на использование потенциала природных решений в человеческой деятельности.

Список литературы / References

1. Трубецкой К.Н., Захаров В.Н., Галченко Ю.П. Природоподобные и конвергентные технологии при освоении минеральных ресурсов литосферы. *Вестник Российской академии наук*. 2020;90(6):560–566.

Trubetskoy KN, Zakharov VN, Galchenko YuP. Nature-Based and Convergent Technologies in the Development of Mineral Resources of the Lithosphere. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk (Bulletin of the Russian Academy of Sciences)*. 2020;90(6):560–566. (In Russ.).

2. Карцхия А.А., Макаренко Г.И. Правовые проблемы применения искусственного интеллекта в России. *Правовая информатика*. 2024;(1):4–8.

Kartshiaa AA, Makarenko GI. Legal Problems in Using Artificial Intelligence in Russia. *Legal Informatics*. 2024;(1):4–8. (In Russ.).

3. Кулев А.В., Шалобаев Е.В. *К вопросу о природоподобных технологиях, или Биология и природоподобие в техносфере*. URL: <https://proza.ru/2022/05/03/1721?ysclid=lr7iqcypvz-279295751> (дата обращения: 20.11.2024).

Kulev AV, Shalobaev EV. *On the Issue of Nature-Based Technologies or Biology and Nature-Likeness in the Technosphere*. URL: <https://proza.ru/2022/05/03/1721?ysclid=lr7iqcypvz279295751> (accessed: 20.11.2024). (In Russ.).

4. Гусев Е.М. Эволюция технологий в земледелии: от «серых» до «зеленых». *Аридные экосистемы*. 2020;26(1):3–12.

Gusev EM. Evolution of Agricultural Technologies: from “Gray” to “Green”. *Arid Ecosystems*. 2020;26(1):3–12. (In Russ.).

5. Халтурина О.А., Терешкина Н.Е. Развитие природоподобных технологий в России. *Вестник Алтайской академии экономики и права*. 2024;(5):142–146.

Khalturina OA, Tereshkina NE. Development of Nature-Based Technologies in Russia. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava (Bulletin of the Altai Academy of Economics and Law)*. 2024;(5):142–146. (In Russ.).

6. Косых П.А. Формирование агроландшафтов в степной зоне России с применением природоподобных технологий. В: *Материалы VIII международного симпозиума «Степи Северной Евразии»*. Оренбург: Институт степи Уральского отделения Российской академии наук; 2018. С. 511–513.

Kosykh PA. Formation of Agrolandscapes in the Steppe Zone of Russia with Application of Naturally Simplified Technologies. In: *Proceedings of the VIII International Symposium “Steppes of Northern Eurasia”*. Orenburg: Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences; 2018. P. 511–513. (In Russ.).

7. Guo Z, Xiao X, Li D. An Assessment of Ecosystem Services: Water Flow Regulation and Hydroelectric Power Production. *Ecological Applications*. 2000;10(3): 925–936. [https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2000\)010\[0925:AAOESW\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/1051-0761(2000)010[0925:AAOESW]2.0.CO;2)

8. *Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. Final Report of the Horizon 2020 Expert Group*. URL: https://www.greenpolicyplatform.org/sites/default/files/downloads/resource/Guar-nacci_Nature-Based%20Solutions.pdf (accessed: 20.11.2024).

9. Kayser K, Kunst S. Decentralised Wastewater Treatment-Wastewater Treatment in Rural Areas. In book: *Sustainable Water and Soil Management*. Kunst S, Kruse T, Burmester A (Eds.). Berlin, Heidelberg: Springer; 2002. P. 137–182. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59390-1_7

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 Economics and Cadastre 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.