

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ОЦЕНКИ И УЧЕТА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Яцухно В.М., Чиж А.Д., Бачила С.С.

*Белорусский государственный университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
yatsukhno@bsu.by*

В статье с концептуальных позиций рассмотрены перспективы, направления и методические приемы применения результатов определения ценности экосистемных услуг, включая стоимостное их выражение, в практику планирования и землеустроительного проектирования землепользования. Предложена структурно-логическая модель, иллюстрирующая структурно-функциональные особенности агроландшафтов, определяющие перечень и отражены последовательность предоставления ими экосистемных услуг в виде материальных и нематериальных активов, а также основные сдерживающие факторы, влияющие на уменьшение их размеров.

**Ключевые слова:** экосистемные услуги, агроландшафт, природный капитал, экологические функции.

*Введение.* До недавнего времени вовлеченные в хозяйственный оборот экосистемы, такие как лесные, водные, болотные, луговые, почвенные агроэкосистемы, рассматривались и оценивались лишь с чисто ресурсных позиций, т.е. как совокупность природных богатств, которые используются в качестве естественных ресурсов для производственной и иной деятельности. При этом нередко игнорируются или слабо учитываются важные экологические функции таких экосистем, содействующие сохранению и поддержанию устойчивости окружающей среды к внешним воздействиям, формированию здоровой и комфортной среды жизнедеятельности людей, регулированию природных процессов. В практической их значимости и востребованности нуждаются в первую очередь те виды хозяйственной деятельности, которые во многом определяются и существенно зависят от природного потенциала конкретной территории. В первую очередь, к ним относится аграрная отрасль экономики. Функционирование и локализация последней проявляется в формировании пространственно выраженной структуры угодий сельскохозяйственного назначения, сочетающейся с объектами экологической, транспортной, социальной, производственной инфраструктурами и системой сельского расселения. В результате длительного и многокомпонентного взаимодействия с природной средой образуется специфическая территориально-планировочная и многокомпонентная пространственная структура, характеризующаяся особенностями ее внешнего облика и полифункциональным использованием, получившая наименование «агроландшафт» [1]. Благодаря многообразию, слагающих агроландшафты природных и антропогенных компонентов, они представляют широкий спектр экосистемных услуг от производства продовольствия, других материальных ресурсов до поддержания среды жизнедеятельности сельских жителей путем почво-водо-климаторегулирования, ассимиляционной деятельности, поддержания биоразнообразия, а также сохранения объектов и традиций материальной и духовной культуры [2]. В контексте этого актуальным и практически востребо-

ванным является научное обоснование территориальной организации агроландшафтов, учитывающую композиционную и конфигурационную их неоднородность, чтобы сбалансировать компромиссы между экосистемными услугами и повышением эффективности использования их ресурсов [3].

*Материалы и методы исследования.* В проведенном исследовании был использован концептуально-ориентированный методический подход, базирующийся на аналитическом обобщении существующих литературных источников, посвященных теории, принципам, практическим решениям определения и оценки экосистемных услуг в сельскохозяйственных ландшафтах. Что касается предлагаемой структурно-логической модели (алгоритма), то она отражает содержание, последовательность определения экосистемных услуг, а также включает объекты управления и сдерживание их факторов, являясь авторской разработкой, полученной по результатам многолетних агроландшафтных исследований.

*Результаты и их обсуждение.* Отличительной чертой аграрного землепользования от других видов, является выраженное территориальное его проявление. Так, общая площадь земель сельскохозяйственного назначения в Республики Беларусь занимает более 40 % ее территории. В последние годы в дополнение к ранее господствующему утилитарному подходу к сельскому хозяйству, как отрасли, направленной на производство только продуктов питания и сырья, учитывается его многофункциональная роль [4]. Это понятие было закреплено Организацией экономического развития и сотрудничества ООН, которое означает, что: «Помимо своей основной функции производства продуктов питания и волокон, сельскохозяйственная деятельность может также формировать ландшафт, обеспечивать экологические выгоды, такие как сохранение земель, устойчивое управление возобновляемыми природными ресурсами и сохранения биоразнообразия, а также способствовать социально-экономической жизнеспособности многих сельских регионов» [5, с. 7]. Из приведенного содержания можно сделать вывод, что сельское хозяйство – это не только экономическая деятельность, оно генерирует как частные, так и общественные блага, а также предоставляет множество экосистемных услуг в виде материальных и нематериальных активов [6]. Для оценки последних необходима разработка новых методов и подходов, базирующихся на анализе структур, свойств и функций экосистем, являющихся составной частью агроландшафтов.

Практическая реализация указанной задачи исходит из новой концепции, которая идентифицирует сельское развитие путем использования всех ресурсов, имеющих в данном районе (человеческих, физических, природных, ландшафтных и пр.) и интеграции между всеми компонентами и отраслями на местном уровне. Эта концепция получает все большее применение на национальном и региональном уровнях и «...пронизана двойственностью (дихотомией) между отраслевым и территориальным подходами» [7, с.15], в котором экосистемные услуги агроландшафтов все чаще находят свое отражение. В контексте этого важное практикоориентированное значение приобретает экономическая оценка экосистемных услуг. Основной смысл такой оценки экосистемных услуг заключается в учете широкого спектра функций природного капитала в процессе принятия решений и обеспечения устойчивого, в том числе аграрного природопользования, в целях

противодействия деградации естественных экосистем и снижения качества жизнедеятельности местного населения. С позиций определения предоставления экосистемных услуг и их оценки современный агроландшафт следует рассматривать как многокомпонентную природно-территориальную систему сельскохозяйственного назначения с характерным природно-антропогенным генезисом, агроэкосистемными вещественно-энергетическими связями, экологическими особенностям, состоящую из комплекса взаимодействующих компонентов природного ландшафта и элементов системы земледелия, формируемую с целью экономически эффективного и экологически безопасного производства сельскохозяйственной продукции и устойчивого развития сельских территорий.

На основании этого можно выделить две группы функций агроландшафтов. Первая группа отражает природные взаимосвязи и включает в себя: биопродукционную и биоресурсную, биотопическую, газообменную, водо- и климатоформирующую, почвообразующую функции. Вторая группа отражает «потребительские» связи человека с природными компонентами агроландшафтов, к ней относятся: селитебная, транспортная, лесо-, водо- и сельскохозяйственная, санитарно-гигиеническая и рекреационная, информационная и другие функции. Многообразие выполняемых функций агроландшафтов предопределяет широкий спектр предоставляемых ими экосистемных услуг, которые отражены на приведенном рисунке, иллюстрирующем их взаимосвязь с компонентами агроландшафтов и влияние на них агротехнологических и территориально-организационных мероприятий.

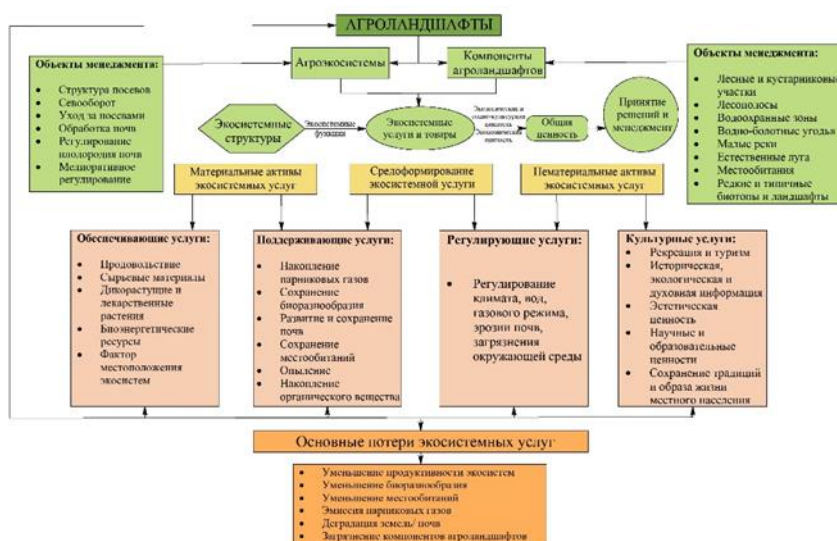


Рисунок – Концептуальная структурно-логическая модель экосистемных услуг агроландшафтов

На основании приведенной структурно-логической модели (алгоритма) нами сделана попытка обосновать и предложить систему критериев и индикаторов агроландшафтных экосистемных услуг. В качестве критериев использованы набор условий и процессов, по которым можно оценивать экосистемные услуги. Кроме того, критерии характеризуют определенные признаки и свойства, по которым одни виды экосистемных услуг агроландшафтов отличаются от других. В наших исследованиях на основании этих принципов и свойств производилось не только разделение экосистемных услуг, но определялась оценка, разрабатывалась их классификация. Что касается индикаторов экосистемных услуг, то они представляют собой систему количественных и качественных показателей, характеризующих определенный характер, предоставляемых агроландшафтами и их компонентами экосистемных услуг, в виде материальных и нематериальных выгод и благ. Кроме того, при выделении критериев и индикаторов экосистемных услуг агроландшафтов использовано понятие «аспект экосистемных услуг», отражающее с одной или нескольких точек зрения результаты определения основных критериев и индикаторов, которые более подробно изложены в приводимой таблице.

**Таблица – Основные критерии и индикаторы экосистемных услуг агроландшафтов**

| Основные критерии                                                           | Аспекты                                                                | Индикаторы                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Обеспечивающие экосистемные услуги</b>                                   |                                                                        |                                                                                                                                                                                                    |
| Агропроизводственные (производство сельскохозяйственной продукции)          | Агротехнологические, организационно-территориальные и трудовые ресурсы | Почвенные, климатические показатели, количество применяемых удобрений и средств защиты растений, структура посевных площадей, системы и технологии земледелия, обеспеченность трудовыми ресурсами. |
| Древесина и древесное топливо                                               | Производственные и потребности местного населения                      | Древесно-ресурсный потенциал, его запасы, потребление и территориальная их рассредоточенность                                                                                                      |
| Пресные воды                                                                | Хозяйственные и потребности местного населения                         | Запасы и потребление пресных вод                                                                                                                                                                   |
| Пищевые дикорастущие и лекарственные растения                               | Хозяйственные и потребности местного населения                         | Запасы и потребление пищевых дикорастущих и лекарственных растений                                                                                                                                 |
| Территория (место) размещения и функционирования экосистем                  | Условие функционирования экосистем                                     | Площадь экосистем в агроландшафтах                                                                                                                                                                 |
| <b>Регулирующие и поддерживающие (средоформирующие) экосистемные услуги</b> |                                                                        |                                                                                                                                                                                                    |
| Местное и региональное регулирование климата                                | Связывание углерода почвами, лесной и луговой растительностью          | Количество извлекаемого из атмосферы углекислого газа (CO <sub>2</sub> )                                                                                                                           |
| Сохранение и регулирование биоразнообразия экосистем и ландшафтов           | Видовое и экосистемное богатство растений и животных                   | Альфа- и бета-разнообразие, функциональное разнообразие. Показатели связности, фрагментации экосистем, наличие и распределение редких и типичных биотопов и ландшафтов.                            |
| <b>Регулирующие и поддерживающие (средоформирующие) экосистемные услуги</b> |                                                                        |                                                                                                                                                                                                    |
| Регулирование деградации земель/почв                                        | Предотвращение деградации земель/почв                                  | Величина предотвращенной потери почв в результате проявления водной и ветровой                                                                                                                     |

| Основные критерии                                          | Аспекты                                                                                                                                | Индикаторы                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            |                                                                                                                                        | эрозий, величина удержания почв под древесно-кустарниковой и луговой растительностью                                                                                               |
| Очистка вод и водных стоков                                | Ассимиляция и детоксикация водных загрязнений и их соединений через почвы и грунты                                                     | Количественные и качественные показатели химических свойств почв агроландшафтов                                                                                                    |
| Опыление культурных, дикорастущих и лекарственных растений | Передача пыльцы от мужских к женским частям растений                                                                                   | Количество пчелиных семей в агроландшафте                                                                                                                                          |
| Регулирование опасных природных явлений                    | Способность экосистем сокращать ущерб, наносимый природными бедствиями                                                                 | Количество случаев опасных природных явлений и размер их экономического ущерба                                                                                                     |
| Круговорот питательных веществ                             | Разложение и поглощение питательных веществ, особенно в агроэкосистемах                                                                | Показатели баланса в круговороте питательных веществ. Содержание органического вещества в почве                                                                                    |
| Процессы почвообразования                                  | Обеспечение условий, благоприятствующих формированию почв под влиянием протекания биофизических, химических и антропогенных процессов  | Показатели биофизических, химических свойств почв, их минералогического и микроморфологического состава                                                                            |
| Среда обитания растений и животных                         | Требования растений и животных в питательных веществах, воде и местообитаниях                                                          | Число, размеры и состояние экосистем в агроландшафте, обеспечивающие жизнедеятельность растений и животных                                                                         |
| Культурные экосистемные услуги                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |
| Рекреация и туристическая деятельность                     | Оздоровление и активное познание природы                                                                                               | Количество рекреационно-туристических объектов, зон отдыха, туристских троп. Охотничий потенциал, мест наблюдений за птицами и др.                                                 |
| Духовная, религиозная и эстетическая ценность              | Ценности, связанные с сакральными, этическими и религиозным поведением людей, относительно экосистем и ландшафтов                      | Количество сакральных мест, культурных объектов, исторических памятников, урочищ, памятных мест, объектов природного и культурного наследия, мест поклонения отдельным экосистемам |
| Эстетическая ценность                                      | Визуально-эстетическая привлекательность природной среды и ее отдельных объектов. Отдельные красивые и живописные места агроландшафтов | Число мест агроландшафтов и степень их доступности, отличающихся эстетической привлекательностью и живописностью слагающих его природных компонентов                               |
| Информационные и образовательные экосистемные услуги       |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                    |
| Познавательная функция агроландшафтов                      | Информационное обеспечение о строении, назначении и функции агроландшафтов                                                             | Перечень сведений, подкрепленных комплексом достоверных и опубликованных данных об эволюции, истории использования, современном использовании и охране агроландшафтов              |
| Образовательная функция агроландшафтов                     | Повышение уровня знаний о месте проживания местных жителей, а также о агроландшафте как малой родине, ее истории и природном наследии  | Учебные материалы, плакаты, картографические издания, интернет ресурсы, мемуарные публикации, исторические, биологические и географические сведения о ландшафтах                   |

В последние два десятилетия во многих странах, характеризующихся интенсивным ведением сельского хозяйства, возросла необходимость интеграции результатов экосистемных услуг в практику территориального планирования и организации агроландшафтов [8-10]. Многолетний опыт показал, что интенсификация ведет к заметному упрощению пространственной структуры агроландшафтов, потеря их многофункциональности, часто сопровождаемой деградацией природных компонентов (растительности, почв, водно-болотных угодий и др.). Поэтому, чтобы избежать этого или заметно смягчить ее последствия необходимо поддерживать биоразнообразие экосистем и тем самым сохранить, предоставляемые ими экосистемные услуги в агроландшафтах. Указанное направление является весьма актуальным и практико востребованным для агроландшафтов Беларуси, в структуре которых преобладает крупномассивное землепользование несмотря на наличие довольно высокой неоднородности почвенного покрова, отличающегося контрастными водным режимом, гранулометрическим составом, геоморфологическими условиями размещения рабочих участков. Для исправления данного положения в недавно подготовленных методических рекомендациях по разработке схем землеустройства административных районов республики впервые в качестве обязательной процедуры по реализации указанной схемы обязательным является осуществление мероприятий, направленных на сохранение биологического и ландшафтного разнообразия, охраны и восстановления природных комплексов, проведение объективного учета экосистемных услуг и использования их стоимости при определении экономической эффективности планируемых мероприятий, в частности при перераспределении, трансформации и улучшении земель, вовлечения новых земель в сельскохозяйственный оборот, расчете ущерба (убытков) нанесенного отдельным природным компонентам агроландшафтов, определении кадастровой стоимости земель, установление размеров фискальных начислений при предоставлении различных преференций землепользователям и др. [11]. Кроме того, применение стоимостной оценки экосистемных услуг агроландшафтов повышает заинтересованность и ответственность землепользователей в сохранении природной среды сельских регионов, а также долговременном устойчивом их развитии.

### Библиографические ссылки

1. ГОСТ 17.8.1.02 – 88 (СТ.СЭВ 6005-87) Охрана природы. Ландшафты. Классификация. Введен 01.07.89. – М., 1988. – 6 с
2. Vialatte A., Barnand C., Blanco G., et al. A conceptual framework for the governance of multiple ecosystem services in agricultural landscapes // *Landscape Ecology*, vol. 34, 2019. – pp. 1653-1673.
3. Wang X., Wu Y., Manevski K., et. al. A framework for heterogeneity and ecosystem services of farmland landscapes: an integrative review // *Sustainability*, vol. 13, 2021. – pp. 2-17.
4. Song B., Robinson G.M., Bardsley D.K. Measuring Multifunctional Agricultural Landscapes // *Land*, vol. 9 (8) 2020. – PP. 1-30.
5. Multifunctionality: Towards an Analytical Framework. Organization for Economic Cooperation and Development. Paris (France), 2001 – 160 p.
6. Barowsky P. Multifunctional development of rural areas: international experience, scientific editor. Ostrolec (Poland), 2012. – 168 p.
7. Сельское развитие в Европе: политика, институты и действующие лица на местах с 1970 г. до наших дней. ФАО ООН, Рим (Италия), 2010. – 269 с.
8. Landis D. Designing agricultural landscapes for biodiversity-based ecosystem services // *Basic and Applied Ecology*, vol. 7, 2016. – P. 1-12.

9. European agricultural landscapes, common agricultural policy and ecosystem services: review // *Agronomy for Sustainable development*, 34 (2), 2013. – pp. 2-17.
10. Кирюшин В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. Сн-Пт: изд-во «КВАДРО», 2018. – 568 с.
11. Методические рекомендации по разработке схем землеустройства районов. РУП «Проектный институт «Белгипрозем», Минск, 2022. – 118 с.