



## ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА И ДИЗАЙН

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-113-120

### ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКОСИСТЕМНЫХ СЕРВИСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЦЕНАРИЕВ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

**В.В. Ерохова, В.И. Васенев**

Российский университет дружбы народов  
ул. Миклухо-Маклая 6, Москва, Россия, 117198

Одной из основных тенденций изменения существующего землепользования является процесс урбанизации [2]. Так как любое изменение несет в себе как положительные аспекты, так и негативные, необходим подход к оценке различных сценариев данного процесса. К преимуществам и достоинствам можно отнести развитие инфраструктуры и появление различных социальных организаций, разработку новых проектов культурного досуга и мест отдыха. К проблемам урбанизации — ухудшение экологических характеристик урбанизированных территорий, миграция населения становится нерегулируемой, истощение лесных запасов, ухудшения показателей плодородности почв и их функций в целом.

Антропогенное воздействие на территории, подверженные изменению землепользования, влияют на объемы выгод, получаемых от экосистем, а именно экосистемные услуги.

Основной проблемой изменения типа землепользования, а вследствие и объемов экосистемных услуг, является отсутствие структурированной методики проведения исследований, с целью прогнозирования таких сценариев развития, при которых происходит сохранение и увеличение объемов выгод, оказываемых экосистемами. В данной статье приведен обзор литературных источников, отображающих поставленную проблему, рассмотрены основные категории экосистемных сервисов, даны подходы к оценке почвенных характеристик с точки зрения экосистемных услуг, предложена методика проведения оценки на примере деревни Рыжово, ТиНАО, г. Москва.

В статье приведены обоснования развития принципов городского фермерства, основанной идеей которых выступает сохранение и улучшение почвенных характеристик, а также отображены основные методы оценки различных экосистемных услуг, применимые как в общей оценке сервисов для городских территорий, так и для оценки земель, на территории которых планируется возведение объектов городского фермерства. Показан принцип выбора территорий для организации городского сельского хозяйства, основанный на анализе существующих тенденций урбанизации.

**Ключевые слова:** урбанизация, экосистемные сервисы, город, оценочный подход, устойчивое развитие, городское сельское хозяйство, городские фермы

**Экосистемные сервисы.** Условия и процессы, посредством которых природные экосистемы и виды поддерживают и осуществляют человеческую жизнь, называются экосистемными сервисам или услугами [6]. Они сохраняют биологическое разнообразие и производство экосистемных благ, таких как продукты

моря, фуражная древесина, топливо из биомассы, натуральные волокна и многие лекарственные средства, промышленная продукция и их предшественники [4].

Оказываемые экосистемами услуги можно разделить на 4 категории: обеспечивающие, регулирующие, поддерживающие и культурные [1]. К первой категории экосистемных сервисов относят *обеспечивающие* или *ресурсные сервисы*. Эта категория непосредственно характеризует обеспечение природными ресурсами производства товаров и услуг [9]. Выгоды, которые получаются от регулирования экосистемных процессов, называют *регулирующими*. К данным выгодам можно отнести такие задачи, как регулирование климата, болезней, воды, а так же очистка воды и опыление [6]. К культурным сервисам относят нематериальные выгоды, получаемые от экосистемных сервисов посредством духовного обогащения, развития познавательной активности, размышлений, рекреации и эстетического опыта.

Все вышеизложенные сервисы взаимосвязаны между собой, и среди них можно выделить сервисы, которые необходимы для производства всех сервисов, а именно поддерживающие. К ним относятся такие процессы, как круговорот питательных веществ, почвообразование и производство первичной продукции, фотосинтез.

**Оценочные подходы.** Поскольку в процессе урбанизации экосистемы модифицируются, они нуждаются в поддержке, оценке и разработке планировочных подходов ведения хозяйственной деятельности на данной территории.

Для произведения оценки различных сервисов необходимо произвести детализацию исследуемых услуг и необходимых для этого данных (табл. 1).

Таблица 1

**Детализированные методы оценки услуг**

Сервисы	Необходимые данные	Метод
<b>Обеспечивающие</b>		
Пища	Отбор растительного материала, определение плодородности почв	Определение урожайности по биомассе и плодородности почвы
Пресная вода	Количественные данные потребляемой воды, картографическое определение орошаемых территорий	Потребление воды на единицу возделываемой площади
Биохимические соединения	Определение биомассы	Агрохимические показатели
Генетические ресурсы	Коэффициент потребления химических удобрений Потребление химических удобрений на единицу возделываемой площади (кг/га)	
<b>Регулирующие</b>		
Регулирование климата	Определение поллютантов почв, освещенность территорий	Оценка качества воздуха и почв / выделение климатических особенностей
Регулирование болезней	Химическое, биологическое, комплексное управление вредителями и болезнями	
Опыление	Гнездовые субстраты и цветочные ресурсы	Количественная и качественная оценка ресурсов
<b>Поддерживающие</b>		
Сохранение почв (почвообразование)	Коэффициент потребления химических удобрений Потребление химических удобрений на единицу возделываемой площади (кг/га)	Агрохимические показатели почвы, Микробиологические показатели почвы

Table 1

**Detailed methods for evaluating services**

Services	Required data	Method
Providing		
Food	Selection of plant material, determination of soil fertility	Determination of productivity by biomass and soil fertility
Water	Quantitative data of consumed water, cartographic definition of irrigated areas	Consumption of water per unit of cultivated area
Biochemical compounds	Determination of biomass	Agrochemical indicators
Genetic Resources	Consumption of chemical fertilizers Consumption of chemical fertilizers per unit of cultivated area (kg / ha)	
Regulatory		
Climate Regulation	Determination of pollutants of soils, illumination of territories	Assessment of air and soil quality / identification of climatic features
Disease management	Chemical, biological, integrated pest and disease management	
Pollination	Nest substrates and floral resources	Quantitative and qualitative assessment of resources
Supporting		
Conservation of soils (soil formation)	Consumption of chemical fertilizers Consumption of chemical fertilizers per unit of cultivated area (kg / ha)	Agrochemical soil indicators, Microbiological soil indicators

В современное представление о градостроительстве входит понятие городского озеленения. Так, наряду с жилыми корпусами, офисными зданиями и т.д. создаются различные парки, газонные покрытия, солитерные или массивные посадки древесно-кустарниковой растительности и т.д. Однако большая часть из них компенсируют лишь утрату в ходе урбанизации культурных сервисов, в связи с чем возникает необходимость поиска решения вопроса восстановления и поддержания благ, получаемые от экосистем. Одним из вариантов частичного восстановления и поддержания благ является появление городского сельского хозяйства, или *urban farms*.

**Городское сельское хозяйство** представляет собой практику выращивания, переработки и распределения продуктов питания внутри города [7, 8]. Городское сельское хозяйство не ограничивается исключительно выращиваем сельскохозяйственных культур, оно также может включать животноводство, аквакультуру, агролесоводство, городское пчеловодство и садоводство [4].

Применение в городском проектировании принципов сельского хозяйства имеет свою специфику при анализе экосистемных сервисов (табл. 2).

Таблица 2

**Методы оценки экосистемных сервисов, специализированные для городского сельского хозяйства**

Сервис	Метод	Результат
запас углерода [10]	определение гумуса почвы по методу И.В. Тюрина (ГОСТ 26213-91)	количественные данные по содержанию гумуса в почве
плодородие почв	бонитировка почв по основным свойствам (P, K, N)	качественная характеристика плодородия почв, выраженная в условных единицах (баллах)

Окончание таблицы 2

Сервис	Метод	Результат
кислотность почвы	определение pH солевым / водным методом	количественная характеристика кислотности почв
характеристика почвенного профиля (плотность)	рассматривается объем почвы в естественном состоянии	количественная оценка плотности почвы (г/см <sup>3</sup> )
водный баланс [5]	основная гидрофизическая характеристика (ОГХ)	сравнительная оценка изменения физического состояния [3], распределения объемов пор по их диаметрам, оценка почвенно-гидрологических констант, математическое моделирование передвижения влаги в почве, физико-механических констант в почве (метод А.Д. Воронина)
образовательные, эстетические, рекреационные	социологический анализ потребностей различных групп население	данные о готовности принимать участие в городском сельском хозяйстве, выделение основных групп ориентирования

Table 2

**Methods of assessing ecosystem services, specialized for urban agriculture**

Service	Method	Result
carbon stock [10]	determination of soil humus by the method of I.V. Tyurin (GOST 26213-91)	quantitative data on humus content in soil
soil fertility	bonification of soils by basic properties (P, K, N)	the qualitative characteristic of soil fertility, expressed in conventional units (points)
acidity of soil	determination of pH by salt / water method	quantitative characteristics of soil acidity
characteristics of the soil profile (density)	the volume of soil in the natural state is considered	quantitative assessment of soil density (g/cm <sup>3</sup> )
water balance [5]	basic hydrophysical characteristic	a comparative assessment of changes in the physical state [3], the distribution of pore volumes by their diameters, the evaluation of soil-hydrological constants, mathematical modeling of the movement of moisture in the soil, physico-mechanical constants in soil (AD Voronin's method)
educational, aesthetic, recreational	sociological analysis of the needs of different groups of population	data on the willingness to participate in urban agriculture, the identification of major orientation groups

При проектировании данного типа землепользования необходимо анализировать сценарий развития территорий с целью выделения наиболее рентабельных и целесообразных участков [5].

**Методы производства оценки.** При анализе участков следует произвести анализ направления происходящей урбанизации, выявить ландшафтные особенности расположения объекта, необходимость его организации в конкретной локализации и создание модели развития, определенного сценария развития городского сельского хозяйства, что показано на примере деревни Рыжово, ТиНАО, г. Москва.

Деревня Рыжово расположена на территории Новомосковского административного округа Москвы. С присоединением данного объекта к городу Москва



Для определения границ и функций проектируемых зон городского с/х необходимо произвести анализ экосистемных сервисов согласно таблице 2. Определив почвенные характеристики данных полей, необходимо произвести расчет изменения экосистемных услуг в зависимости от общей площади территории и проектируемой застройки, после чего определить процент застройки, при котором производство экосистемных услуг является максимально эффективным.

**Выводы.** Для устойчивого развития экосистем в городах необходимо учитывать их особенности на стадии планирования застройки территорий. Одним из наиболее эффективных способов сохранения объемов экосистемных услуг является создание в городе зон «городского сельского хозяйства». При планировании организации таких зон в городе необходимо учитывать существующие особенности почв, тенденции процесса урбанизации, социальные и экономические аспекты.

Предложенный выше метод предлагает способ оценки экосистемных сервисов, который позволяет проанализировать в совокупности как физико-химические свойства почв, так и оценку социально-экономических услуг, связанных с возведением ферм. Это позволит выявить зоны возможной застройки, а также спрогнозировать возможные сценарии их развития.

При сравнении различных сценариев появляется возможность отбора наиболее конструктивных решений по проблеме возведения зон городского фермерства на урбанизированных территориях, целью которых является устойчивость развития экосистем, что не только сохранит существующие показатели объемов выгод, но и увеличит некоторые из них.

© В.В. Ерохова, В.И. Васенев, 2018.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бобылев С.Н., Захаров М.В.* Экосистемные услуги и экономика. М.: Типография ЛЕВКО, 2009. С. 7—30.
2. *Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А.* Экология города. М.: ИКЦ MapT, 2008. С. 10—32.
3. *Шеин Е.В.* Курс физики почв. М.: Изд-во МГУ, 2005. С. 150—250.
4. *Alcamo J.* Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment // Millennium Ecosystem Assessment, World Resources Institute, Washington, DC, 2005.
5. *Alcamo J., Dull P., Henrichs T., Kaspar F., Lehner B., Rusch T., Siebert S.* WaterGAP: Development and application of a global model for water withdrawals and availability // Hydrological Sciences, 2003.
6. *Daily G.C.* Introduction: What are ecosystem services? In: Nature's Services: Societal // Dependence on Natural Ecosystems, Island Press, Washington, DC, 1997.
7. *Hampway G., Nel E., Ingombe L.* The role of urban agriculture in addressing household poverty and food security: the case of Zambia // Gdnet.org, 2013.
8. *Lawson L.* Agriculture: Sowing the city // Nature. 2012.
9. *McGranahan G., Marcotullio P.* Urban Systems Coordinating. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends. Millennium Ecosystem Assessment, 2015.
10. *Nowak D., Crane D.* Carbon storage and sequestration by urban trees in the United States // Environmental Pollution. 2002.

**Сведения об авторах:**

*Ерохова Валерия Владиславовна* — студент магистратуры департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: [valeriya,e1@mail.ru](mailto:valeriya,e1@mail.ru)

*Васенев Вячеслав Иванович* — кандидат биологических наук, доцент департамента ландшафтного проектирования и устойчивых экосистем Аграрно-технологического института Российского университета дружбы народов; e-mail: [vasenyov@mail.ru](mailto:vasenyov@mail.ru)

**Для цитирования:**

*Ерохова В.В., Васенев В.И.* Перспективы использования экосистемных сервисов для оценки сценариев развития городских территорий // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. 2018. Т. 13. № 2. С. 113—120. doi 10.22363/2312-797X-2018-13-2-113-120.

DOI: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-113-120

## **PROSPECTS OF USE OF ECOSYSTEM SERVICES FOR ESTIMATION OF SCENARIOS OF URBAN DEVELOPMENT**

**V.V. Erokhova, V.I. Vasenev**

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University)  
*Miklukho-Maklaya st., 6, Moscow, Russia, 117198*

**Abstract.** One of the main trends in changing existing land use is the urbanization process [2]. Since any change bears both positive aspects and negative aspects, an approach is needed to evaluate the various scenarios of this process. Advantages and advantages include the development of infrastructure and the emergence of various social organizations, the development of new projects for cultural leisure and recreation. To the problems of urbanization is the deterioration of the ecological characteristics of urbanized territories, the migration of the population becomes unregulated, the depletion of forest resources, the degradation of the fertility of soils and their functions in general.

Anthropogenic impact on territories subject to land use change affects the benefits derived from ecosystems, namely ecosystem services.

The main problem of changing the type of land use, and, as a consequence of the volume of ecosystem services, is the lack of a structured methodology for conducting research, in order to forecast such development scenarios that conserve and increase the benefits of ecosystems. This article provides an overview of the literature sources that reflect the problem posed, examines the main categories of ecosystem services, provides approaches to the assessment of soil characteristics from the point of view of ecosystem services, and suggests a methodology for assessing the example of the village of Ryzhovo, TiANAO, Moscow.

The article provides the rationale for developing the principles of urban farming, based on the idea of which is the preservation and improvement of soil characteristics. Also, basic methods for assessing the various ecosystem services are applied, both in the overall assessment of services for urban areas and for assessing the land on which the construction of urban farming facilities is planned. The principle of the choice of territories for the organization of urban agriculture is shown, based on an analysis of existing urbanization trends.

**Key words:** urbanization, ecosystem services, city, assessment approach, sustainable development, urban agriculture, urban farms

## REFERENCES

1. Bobylev S.N., Zakharov M.V. *Ekosistemnye uslugi i ekonomika* (Ecosystem services and economics). Moscow: Tipografiya LEVKO; 2009; 7—30.
2. Denisov V.V., Kurbatova A.S., Denisova I.A. *Ekologiya goroda* (Ecology of the city). Moscow: ICC Mart; 2008; 10—32.
3. Shein E. *Kurs fiziki pochv* (Course of Soil Physics). Moscow: MSU; 2005.
4. Alcamo J. Ecosystems and human wellbeing: a framework for assessment. In: Millennium Ecosystem Assessment, World Resources Institute, Washington, DC, 2005.
5. Alcamo J., Döll P., Henrichs T., Kaspar F., Lehner B., Rösch T. et al. Development and testing of the WaterGAP 2 global model of water use and availability. *Hydrological Sciences Journal*. 2003;48(3):317—337.
6. Daily G. What are ecosystem services? *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Washington: Island Press; 1997.
7. Hampwaye G., Nel E., Ingombe L. The role of urban agriculture in addressing household poverty and food security: the case of Zambia. India: Global Development Network, 2009.
8. Lawson L. Agriculture: Sowing the city. *Nature*. 2016;540(7634):522—523.
9. McGranahan G., Marcotullio P. Urban Systems Coordinating. *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. In: Millennium Ecosystem Assessment, 2015.
10. Nowak D., Crane D. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*. 2002;116(3):381—389.

### For citation:

Erokhova V.V., Vasenev V.I. Prospects of use of ecosystem services for estimation of scenarios of urban development. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 2018, 13 (2), 113—120. doi: 10.22363/2312-797X-2018-13-2-113-120.