

*Экономика природных ресурсов*

## РАЗВИТИЕ «ЗЕЛеноЙ» ИНФРАСТРУКТУРЫ В ГОРОДАХ

**Бобылев Сергей Николаевич**

*Доктор экономических наук, профессор,  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет  
(г. Москва, Россия)*

**Завалеев Илья Сергеевич**

*Аспирант,  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет  
(г. Москва, Россия)*

**Завалеева Анна Игоревна**

*Аспирант,  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет  
(г. Москва, Россия)*

**Ховавко Ирина Юрьевна**

*Доктор экономических наук, ведущий научный сотрудник,  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Экономический факультет  
(г. Москва, Россия)*

### **Аннотация**

*Статья посвящена одной из составляющих устойчивого развития городов – созданию городской «зеленой» инфраструктуры». Развитие такой инфраструктуры в городах способствует увеличению потока выгод от экосистемных услуг и является важным трендом в формировании «зеленой» экономики. Особое внимание в статье уделяется оценке экономической эффективности экосистемных услуг в городах. Методической основой обоснования внедрения экоинфраструктуры в городах выступает математическое моделирование городской территории, которое показывает, какие экономические выгоды от внедрения «зеленой» инфраструктуры могут получить домохозяйства и муниципалитеты. В статье проведена экономическая оценка «зеленой» инфраструктуры (так называемого «города в саду») на примере проекта нового экорайона города Казань. Показано, что комплексный подход к созданию городской среды с акцентом на здоровье и благополучие горожан выгоден для экономики города и страны в целом.*

---

Бобылев С.Н., e-mail: [snbobylev@yandex.ru](mailto:snbobylev@yandex.ru)

Завалеев И.С., e-mail: [ilya.zavaleev@gmail.com](mailto:ilya.zavaleev@gmail.com)

Завалеева А.И., e-mail: [anya.zavaleeva@gmail.com](mailto:anya.zavaleeva@gmail.com)

Ховавко И.Ю., e-mail: [irina.hov@rambler.ru](mailto:irina.hov@rambler.ru)

**Ключевые слова:** экосистемные услуги, зеленая инфраструктура, устойчивый город, зеленая экономика.

**JEL коды:** Q57, H54, O18.

**Для цитирования:** Бобылев С.Н. и др. Развитие «зеленой» инфраструктуры в городах // Научные исследования экономического факультета. Электронный журнал. 2022. Том 14. Выпуск 3. С. 48-61. DOI: 10.38050/2078-3809-2022-14-3-48-61

## Введение

Концепция «зеленой» экономики включает в сферу своего рассмотрения быстро расширяющийся круг коррелирующих экономических вопросов: «зеленые» инвестиции, «зеленую» занятость, «зеленые» финансы, «зеленые» инновации и т. д. Много внимания уделяется и «зеленой» инфраструктуре в городах.

Более половины населения современного мира живет в городах, там же производится 80% мирового ВВП. В городах сосредоточена большая часть экономических драйверов развития: инвестиции, инфраструктура, инновации. Концентрация людей и производства в городах в свою очередь порождает там дополнительные экологические и социальные риски. Прежде всего, возрастает нагрузка на городскую инфраструктуру (социальную, образовательную, коммунальную, транспортную, медицинскую и др.), что требует новых подходов в обустройстве городской среды.

Идеи устойчивого развития расширили представление о том, как должны быть организованы человеческие поселения. Термин «устойчивый город» получил официальный статус в 1990 г. в Программе устойчивого развития городов ООН. В дальнейшем концепция «устойчивого города» стала расширяться, охватывая все новые аспекты. Включение идей устойчивого развития в практику городского проектирования и планирования получило название «устойчивого урбанизма» – теории и практики городского строительства, направленных на обеспечение долгосрочной жизнеспособности городов.

Устойчивый город – это пространственная городская форма смешанного использования, характеризующаяся «компактностью» (относительно плотная городская территория), легким доступом к системам общественного транспорта и минимальным воздействием на окружающую среду. Процесс оптимизации городской территории требует тщательного исследования, чтобы сбалансировать потенциальные положительные и неблагоприятные воздействия. По мере увеличения плотности застройки происходит сокращение доступа к солнечному свету и ветру, меняется городской микроклимат, увеличивается загрязнение воздуха. Эти негативные воздействия можно компенсировать увеличением зеленых зон, выбором строительных материалов и другими мерами.

«Зеленое» развитие городов является приоритетом и в РФ. Об этом говорится в Стратегии долгосрочного развития Российской Федерации до 2050 года (Постановление Правительства..., 2021), Национальном проекте «Экология» (Паспорт Национального Проекта..., 2018) и других документах. В настоящее время Внешэкономбанк РФ разработал систему оценки качества инфраструктурных проектов IRIS, включающую в том числе экологические показатели воздействия на окружающую среду и климат.

Все более важными для развития городов становятся поддержание и развитие экосистемных услуг. Эти услуги оказывают огромное воздействие на социальные и экологические аспекты качества жизни городского населения. Важное значение экосистемным услугам уделяется во многих Целях устойчивого развития ООН на период 2016–2030 гг. (Transforming our World..., 2015), в частности в Целях 11 (устойчивые города) и 15 (сохранение экосистем суши). Эти Цели обязательны для всех стран. В концепции экономического развития стран ОЭСР приоритетное значение уделяется «зеленому» росту, который предусматривает сохранение экосистемных услуг (Putting Green Growth, 2013). Среди международных структур следует отметить Всемирный Банк, который активно включает экономическую оценку экосистем и их услуг в свои проекты (World Bank..., 2021). Европейское сообщество в своих документах об основных направлениях развития европейской экономики до 2050 г. также выделяет экосистемы и их услуги (Towards a Green Economy..., 2013). В России экономика экосистемных услуг разработана крайне слабо как в экономических работах, так и в правовых и директивных документах. В связи с этим перед органами исполнительной власти и научным сообществом России стоят довольно сложные проблемы выявления и определения экосистемных услуг, их оценки, компенсации и платежей за экоуслуги (Бобылев, Перелет, Соловьева, 2012).

Целью данной статьи является экономический анализ «зеленых» инфраструктурных проектов как важных элементов устойчивого развития городов и роли экосистемных услуг в их реализации. Для данной цели в статье решены следующие задачи: 1) проанализированы экосистемные услуги зеленых зон городов; 2) спрогнозированы экологические и энергетические эффекты инфраструктурных решений (традиционных и «города в саду»); 3) получена их экономическая оценка и обоснованы выгоды «зеленой» инфраструктуры в городах и границы эффективности ее применения.

Авторами применен системный подход с использованием компьютерного моделирования.

## **Экосистемные услуги зеленых зон городов**

Зелеными зонами (green spaces) называются территории, преимущественно покрытые почвой, травой, кустарниками и деревьями. Они составляют зеленый каркас города. Прежде всего, в зеленый каркас территорий входят охраняемые природные территории и парки, но сюда могут быть отнесены и озелененные придомовые и придорожные территории, сады, скверы, бульвары, территории зоопарков, спортивных площадок, прибрежные территории, набережные и т. д. Все они являются поставщиками экосистемных услуг. В этом контексте можно говорить и о потоках положительных экстерналий от зеленых зон.

Большой вклад в изучение и оценку экосистемных услуг внесли зарубежные классики экономики природопользования: можно выделить труды (De Groot et al., 2002; Daily, 1997; Gómez-Baggethun, 2010, Nellemann, Corcoran, 2010). Данная проблематика представлена и в работах российских ученых (Бобылев, Порфирьев, 2016).

Методологические основы оценки выгод, получаемых людьми от экосистем, изложены в Докладе ООН «Оценка экосистем на пороге тысячелетия». В докладе выделяется 24 вида услуг, оказываемых экосистемами, которые сгруппированы в 4 группы (Millennium..., 2005):

- 1) обеспечивающие жизнедеятельность (продукты, вода, природные материалы, и т. д.);
- 2) регулирующие жизнедеятельность (воздействуют на качество воздуха, климат, водные ресурсы, очистку воды, переработку отходов);
- 3) обеспечивающие условия для культурного развития (духовные и религиозные, отдых и экотуризм);
- 4) поддерживающие качество среды обитания (почвообразование, фотосинтез и круговорот питательных веществ).

Для городского планирования предлагается классификация элементов экосистемных услуг с их разделением по четырем уровням – региональный (урбанизированный регион), районный (neighborhood), уличный (streetscape) и домовый (building) (Gomez-Baggethun, Barton, 2013, P. 235–245; Wallace, 2007).

Российская классификация экосистемных услуг, разработанная в рамках доклада «Экосистемные услуги России (наземные экосистемы) (Экосистемные услуги..., 2016), опирается на международные классификации и Национальную стратегию по сохранению биоразнообразия России (Москва, 2001). Выделено три категории услуг: 1) производственные, 2) средообразующие, 3) информационные и духовно-эстетические.

Зеленые зоны в городах выполняют все эти функции. Здоровая городская среда определяет привлекательность городов или отдельных районов и формирует тренды их развития. (Экосистемные услуги..., 2016). Способность городов сохранять и поддерживать состояние экосистем и их качество влияет на благополучие горожан (снижает температуру в городе, улучшает состояние атмосферы, воды и почвы, позволяет поддерживать биоразнообразие, минимизирует световое загрязнение, позволяет удовлетворять потребность человека в природном окружении и др.) (Ciach, Fröhlich, 2019). Зеленые зоны повышают ценность территории вокруг. Исследования влияния экоинфраструктуры города Дэвиса (штат Калифорния, США) (Maso, McPherson, 2003), показывают увеличение стоимости городской недвижимости благодаря близости к зеленым насаждениям примерно на 60%. Расчеты авторов по городам России показали, что зеленые зоны с экосистемными услугами в городах увеличивают стоимость недвижимости, расположенной рядом, в среднем на 12% (в отдельных случаях до 64%).

В городском управлении часто применяются ключевые индикаторы обеспеченности зелеными пространствами (Человек в мегаполисе..., 2019):

- 1) доля территории района, занятая зелеными насаждениями;
- 2) доступность зеленой территории;
- 3) доля озелененных территорий в пределах заданного расстояния от места проживания или работы.

К «зеленым пространствам городов можно отнести и «зеленую» инфраструктуру (Климанова, 2021). Как инвестиционный проект «зеленая» инфраструктура (low impact development or green infrastructure) представляет собой создание системы природоподобных технологий. В частности, эта инфраструктура решает проблему отвода ливнестоков в городской среде, а также способствует сохранению естественного природного цикла движения воды. В этом случае к объектам «зеленой» инфраструктуры можно отнести: коллекторы сбора

дождевой воды в зданиях, биодренажные канавы, дождевые сады, искусственные болота и пруды для инфильтрации стоков.

## Экономическая оценка развития «зеленой» инфраструктуры

Экономическая оценка зеленой инфраструктуры проведена авторами на примере проекта нового экорайона г. Казани. Для этого проекта была принята градостроительная концепция «город в саду» (Meller, 1990), в которой было запланировано большое количество элементов «зеленой» инфраструктуры: сохранение местного озеленения и леса; создание биодренажных канав и дождевых садов вместо традиционной («серой») инженерной инфраструктуры; применение зеленых и белых кровель; применение солнечных панелей на зданиях. Проект позволяет сохранить и увеличивать экосистемные услуги, в том числе регулирующие и эстетические.

Основные параметры территории проекта следующие:

- 1) общая площадь территории – 759,9 га;
- 2) площадь планируемого жилого района – 250–300 га;
- 3) природно-рекреационные зоны – 200–300 га;
- 4) общественно-деловая зона – 100–200 га;
- 5) коммунальная зона – 30 га;
- 6) смешанная застройка: 75% – ИЖС, 15% – малоэтажная и блокированная (2–3 этажа), 10% – среднеэтажная (4–5 этажей) застройка;
- 7) численность населения – 20 тыс. чел.;
- 8) предельный объем застройки – 450 тыс. м<sup>2</sup>.

Для расчетов эффектов от экоиnfраструктурных решений использована следующая информация: данные по климату с локальных метеостанций, параметры застройки из архитектурной концепции, топографические, гидрологические, экологические данные по территории из проведенных на ней картографических исследований. Традиционный сценарий представлял собой концепцию плотной городской застройки с сохранением площади озеленения размером 20% от площади земельного участка. В сценарии «город в саду» площадь озеленения составляла 60% от площади земельного участка.

В проектировании использовалось три типа расчетов:

- 1) моделирование наружного микроклимата для прогнозирования температуры, ветра и оценки комфорта людей;
- 2) цифровое моделирование зданий на данной территории для прогнозирования энергопотребления и оценки расходов на тепло и электричество;
- 3) экономический расчет по двум вариантам ливневой инфраструктуры и сравнение традиционной «серой» инфраструктуры с зеленой инфраструктурой.

Для количественной оценки ценности от водно-зеленой инфраструктуры в городах была применена модель природного капитала, разработанная Голландским научно-исследовательским институтом общественного здравоохранения и окружающей среды RIVM (Wageningen Environmental Research (WEnR) и Нидерландским агентством по оценке окружающей среды (Remme et al., 2017). Данная модель отражает влияние городского озеленения на эффект теплового острова в городах, здоровье жителей, качество воздуха, влияние экосистемных услуг на цены жилой недвижимости, на поглощение углекислого газа и противо-

действия последствиям изменения климата и другие важные аспекты. Моделирование помогло разработать сценарии использования экосистемных услуг и природных ресурсов города, в том числе для лучшей вентиляции и предотвращения перегрева, кондиционирования территории. Также на основе моделирования определено, насколько комфортно будет людям в зданиях и на территории.

### Моделирование микроклимата в районе

Данные модели позволили рассчитать эффект, возникающий за счет пика подъема температуры из-за большого количества в городах поверхностей из асфальта и бетона. Такие поверхности поглощают тепло, нагреваются сами и нагревают все вокруг себя. Зеленые участки помогают бороться с эффектом «теплого острова», они поглощают тепло. Растения испаряют влагу и работают в качестве естественных кондиционеров, именно по этой причине температура за городом ниже, чем температура в городе. Данное свойство природы и растений нужно больше использовать в городах.

Результаты моделирования представлены в табл. 1.

Таблица 1.

Результаты моделирования микроклимата в экорайоне Казани<sup>1</sup>

Параметр	Традиционный подход	«Город в саду»
<b>Зима</b>		
Температура воздуха, средняя, С°	-10	-11
Температура черного тела в вакууме, С°	-8,5	-2,5
Скорость ветра, средняя, м/сек	2,6	1,8
Влажность, средняя относительная	79	81
Солнечная радиация, за сутки, кВт*ч/м <sup>2</sup>	0,68	0,68
Одежда	2	2
Индекс комфорта <sup>2</sup> , PMV	-1,42 (PPD 52%)	-1,40 (PPD 44%)
<b>Лето</b>		
Температура, С°	25,5	23,5
Температура черного тела в вакууме <sup>3</sup> , С°	29,5	21,5
Скорость ветра, средняя, м/сек	2,2	1,8
Влажность, средняя относительная	57	68
Солнечная радиация, за сутки, кВт*ч/м <sup>2</sup>	5,72	5,72
Одежда	0,67	0,67
Индекс комфорта, PMV	0,63 (PPD 13%)	-0,11 (PPD 5%)

Основные выводы моделирования микроклимата состоят в следующем. Температура воздуха в летнее и зимнее время ниже в «зеленом» сценарии, при этом меньше неудовлетворенных тепловым комфортом людей. Выявлены основные факторы в сценарии «город в са-

<sup>1</sup> Источник: расчеты авторов.

<sup>2</sup> Индекс теплового комфорта (PPD) показывает, какая доля населения будет не удовлетворена микроклиматом. Рассчитывается на основании 6 факторов: температура воздуха, температура черного тела в вакууме, влажность, скорость воздуха, теплоизоляция одежды, метаболизм. Индекс комфорта определен с помощью инструмента CBE Thermal Comfort Tool (Университет Беркли, Калифорния, США). Режим доступа: <https://comfort.cbe.berkeley.edu/> (дата обращения: 14.02.2018).

<sup>3</sup> Показатель, характеризующий результирующую температуру поверхностей окружающей среды без учета температуры воздуха.

ду», которые в наибольшей степени влияют на тепловой комфорт людей: температура воздуха летом (лучше ниже); относительная влажность воздуха; температура черного тела в вакууме (зимой лучше выше, а летом ниже); скорость ветра (лучше ниже). Как результат в сценарии «город в саду» количество жителей, удовлетворенных тепловым комфортом, больше на 6% зимой и на 8% летом, чем в традиционном сценарии.

### Моделирование зданий

Для экорайона Казани были разработаны две идентичных модели здания, которые отличаются вводными климатическими данными. Кроме того, здания в концепции «город в саду» были снабжены белой кровлей. Моделирование осуществлялось в программе IES VE для четырехэтажного жилого дома площадью 10 000 м<sup>2</sup>. Сопоставление издержек и эффектов для двух проектов представлено в табл. 2.

Таблица 2.

Результаты моделирования зданий<sup>4</sup>

Параметр	Традиционный проект	Проект «город в саду»	Разница, %
Потребление тепла, кВт*час	650 461,28	651 241,83	0,1%
Потребление электричества на кондиционирование, кВт*час	24 337,09	17 836,65	-26,7%
Расходы на отопление, р.	1 300 922,55	1 302 483,66	0,1%
Расходы на кондиционирование, р.	146 022,51	107 019,90	-26,7%
Общие расходы, р.	1 446 945,06	1 409 503,56	-2,6%
Выбросы парниковых газов, т CO <sup>2</sup> экв.	156,7	154,4	-1,5 %

Как следует из табл. 2,

- 1) расходы на энергопотребление в сценарии «город в саду» на 2,6% меньше, чем в традиционном сценарии;
- 2) выбросы парниковых газов в сценарии «город в саду» на 1,5% меньше, чем в традиционном сценарии;
- 3) потребление тепла в традиционном сценарии ниже на 0,1% в связи с более высокой наружной температурой, а потребление холода (кондиционирование) ниже на 26,7% в сценарии «город в саду».

В целом с точки зрения энергопотребления и выбросов парниковых газов «город в саду» показал сокращение потребления электричества. Однако общие расходы для проекта «город в саду» оказались только на 3% меньше по сравнению с традиционным проектом.

### Моделирование экоинфраструктурных решений по водорегулированию

Авторы провели экономическое сравнение двух вариантов реализации инфраструктуры по водоотведению ливневых стоков: серой (традиционная) и зеленой, базирующейся на экосистемных услугах (Paulin, Remme, Nijs, 2019). Традиционный сценарий – строительство инженерно-технической сети ливневой канализации и очистных сооружений, которые сбрасывают очищенную воду в реку. Экологический (экосистемный) сценарий «город в саду» –

<sup>4</sup> Источник: расчеты авторов.

управление ливнеотоком через природоподобные технологии и зеленую инфраструктуру (биодренажные каналы, сбор дождевой воды в резервуары для использования в хозяйстве, создание искусственного пруда в городе).

Экономическое сравнение вариантов управления ливнеотоком представлено в табл. 3.

Таблица 3.

Экономическая оценка затрат двух вариантов управления ливнеотоком  
(без учета цены земли)<sup>5</sup>

Техническое решение	Традиционный подход	Проект «город в саду»	Разница, %
Строительство пруда	–	23 940 000	
Дождевые сады	–	49 548 600	
Биодренажные каналы	–	65 000 000	
Строительство локальных очистных сооружений	250 000 000	–	
Строительство ливневой канализации	78 000 000	–	
Итого, капитальные расходы, р.	328 000 000	138 488 600	–57,8%
Расходы на ремонт и техническую эксплуатацию, р. в год.	10 933 333	6 924 430	–36,7%

Анализ табл. 3 позволяет сделать следующие выводы.

1. Капитальные расходы и эксплуатационные расходы в случае использования «зеленой» инфраструктуры значительно ниже (в 1,6–2,4 раза) по сравнению с традиционным подходом в условиях городской застройки низкой плотности.

2. Выбросы парниковых газов в сценарии «город в саду» составило на 1,5% меньше, чем в традиционном сценарии. При росте «углеродной» цены, которая широко распространена в мире и ее применение предполагается и в России, разница в расходах может быть существенной. Расходы на охлаждение в проекте «город в саду» оказались на 27% ниже по сравнению с традиционным проектом.

3. Площадь зеленого покрова позволяет оптимизировать нагрузку на коммунальную инфраструктуру и одновременно влияет на комфортность жизни (важную роль играет и вид высаживаемых насаждений). Деревья могут регулировать качество воздуха, уменьшают эффект теплового острова в большей степени, чем травы и кустарники.

4. Не все выгоды от экосистемных услуг были оценены. Например, снижение затрат на поддержание и создание канализации приводит к снижению риска наводнений и связанных с ними затрат, однако последнее не было включено в данное исследование.

Важно подчеркнуть, что использование объектов «зеленой» инфраструктуры требует тщательной инженерной проработки и высокого процента незастроенных («незапечатанных») территорий. В частности, при традиционном сценарии под зеленые зоны выделяется 152 га, а в сценарии «город в саду» – 465 га, т. е. в последнем сценарии необходимо дополнительно найти более 300 га земли. При рыночной цене земли в Казани 250 тыс. р. за сотку это составляет порядка 7,6 млрд р. Таким образом, проект «город в саду» показал хорошие результаты в части экономики (без учета цены земли). Тем не менее, высокая цена земли в

<sup>5</sup> Источник: расчеты авторов.



крупных городах затрудняет экономическое обоснование данных проектов. Включение в обоснование «зеленых» проектов оценок по методологии «готовности платить» (willingness to pay) в России не всегда корректно, поскольку практика показывает, что у большинства населения выявленная готовность платить оказывается достаточно низкой.

Вместе с тем мировой опыт исследований влияния экологического фактора на цену недвижимости показал, что создание зеленых зон способно существенно повысить цену земли и недвижимости на таких территориях. Об этом говорят примеры подходов и методов гедонистического ценообразования (hedonic pricing approach) для городов, о чем уже говорилось выше. В этом случае происходит своеобразная денежная компенсация для девелоперов и застройщиков отчуждения дополнительных зон под «зеленую» инфраструктуру и экосистемы за счет повышения цен на недвижимость и готовности платить будущих жителей за такое повышение.

## Заключение

Поддержка и развитие «зеленой» инфраструктуры в городах являются важным трендом в переходе к «зеленой» экономике. Комплексный подход к созданию городской среды с акцентом на здоровье и благополучие горожан не только способствует запросам современного горожанина, но и выгоден для экономики городов и страны в целом. Создавая озелененные пространства на «заброшенных», экономически неактивных местах в городах и развивая имеющуюся «зеленую» инфраструктуру, реанимируется экономика районов. Сама среда начинает органически развиваться, давая потенциал будущим поколениям. Экоинфраструктурные решения в свою очередь запускают «зеленую» экономику и минимизируют нагрузку на традиционную инфраструктуру.

«Зеленая» инфраструктура имеет экологическое и экономическое обоснование, так как снижает затраты на создание и обслуживание традиционной инфраструктуры. Однако фактор цены земли делает затруднительным традиционный рыночный подход в этом вопросе. В частности, такой подход не учитывает выгоды от экосистемных услуг, улучшения качества жизни городского населения. На сегодня важно введение градостроительного регулирования, жестко нормирующего зеленые пространства в городах. Важность решения задачи устойчивого развития городов требует интеграции управления развитием зеленых пространств в систему городского управления (причем вся «зеленая» инфраструктура должна рассматриваться как единый комплекс). В этой связи пересмотру подлежат проекты комплексного освоения территорий, проекты реновации и инфраструктурного развития.

Полученные результаты выявляют экономический потенциал от применения «зеленой» инфраструктуры в городах. В ходе исследования авторами выявлены пробелы в информации и научных материалов для проведения комплексного экономического анализа городов. Поскольку городское планирование – это междисциплинарная комплексная тематика, включающая в себя технические, экономические и социальные науки, проведение подобного анализа затруднительно и им часто пренебрегают, применяя шаблоны градостроительного проектирования, которые были разработаны преимущественно в середине XX в. и многие из которых утратили свою актуальность. Исследование выявило необходимость разработки комплексных методических подходов к планированию городской инфраструктуры. Отсутствие учета экономического потенциала «зеленой» инфраструктуры приводит к повышен-

ным издержкам в процессе строительства и эксплуатации городской инфраструктуры, а также негативно сказывается на привлекательности городских районов.

## Список литературы

Бобылев С.Н., Перелет Р.А., Соловьева С.В. (2012) Оценка и внедрение системы платежей за экосистемные услуги на особо охраняемых природных территориях. Волгоград: ПРООН.

Бобылев С.Н., Порфирьев Б.Н. (2016) Устойчивое развитие крупнейших городов и мегаполисов: фактор экосистемных услуг // Вестник Московского университета. Сер. 6. Экономика. № 6. С. 3-21.

Климанова О.А. "Экосистемные услуги России. Зеленая инфраструктура и экосистемные услуги крупнейших городов России" при поддержке проекта ТЕЕВ-Russia (Центр охраны дикой природы), М. 2021

Человек в мегаполисе: Опыт междисциплинарного исследования/ Под ред. Б.А.Ревича и О.В. Кузнецовой.- М.: ЛЕНАНД, 2019, - 640 с.

Экосистемные услуги России. Услуги наземных экосистем. Центр охраны дикой природы. (2016) URL: <http://www.biodiversity.ru/programs/ecoservices/first-steps/index.html> (дата обращения: 14.02.2020).

Ciach, M., Fröhlich, A. Ungulates in the city: light pollution and open habitats predict the probability of roe deer occurring in an urban environment. *Urban Ecosyst* 22, 513-523 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00840-2>.

Daily G.C. (1997) *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. W: Island Press.

De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemen L. (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making // *Ecological Complexity*. Vol. 7. № 3, <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>

Gomez-Baggethun E., Barton D.N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning, *Ecological Economics*, Volume 86, February 2013, Pages 235-245, DOI:10.1016/j.ecolecon.2012.08.019

Maco S. E. and McPherson E. G. A practical approach to assessing structure, function and value of street tree populations in small communities // *Journal of Arboriculture*. 2003. Vol. 29. No. 2 (March), DOI: 10.48044/jauf.2003.011

Meller H, *The Garden City utopia: a critical biography of Ebenezer Howard*: Robert Beevers (Basingstoke and London: Macmillan, *Journal of Historical Geography*, Volume 16, Issue 2, 1990, DOI 10.1007/978-1-349-19033-1

Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being*. Washington DC: Island Press. 2005

Nellemann, C., E. Corcoran (eds). 2010. *Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development. A Rapid Response Assessment*. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. URL: [https://www.researchgate.net/publication/304215826\\_Dead\\_Planet\\_Living\\_planet\\_A\\_UNEP\\_rapid\\_response\\_assessment](https://www.researchgate.net/publication/304215826_Dead_Planet_Living_planet_A_UNEP_rapid_response_assessment) (дата обращения: 14.02.2020)

Paulin, M. Remme R., T. de Nijs Amsterdam's Green Infrastructure Valuing Nature's Contributions to People, National Institute for Public Health and the Environment, Ministry of Health, Welfare and Sport, RIVM Letter report 2019-0021, DOI 10.21945/RIVM-2019-0021

Putting Green Growth at the Heart of Development (2013), OECD Green Growth Studies. OECD Publishing. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264181144-en>

Remme R.,| T. de Nijs, Paulin M. Technical documentation of the quantification, mapping and monetary valuation of urban ecosystem services. RIVM Report 2017-0040

Towards a green economy in Europe. EU environmental policy targets and objectives 2010-2050 (2013) European Environment Agency Report, No 8/2013.

Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, 2015.

Wallace K.J. (2007) Classification of ecosystem services: problems and solutions // Biological Conservation. Vol. 139. P. 235-246, DOI:10.1016/j.biocon.2007.07.015

World Bank (2021). The economic case for nature. World Bank, Washington DC.

## **DEVELOPMENT OF "GREEN" INFRASTRUCTURE IN CITIES (ECONOMIC ANALYSIS OF A PROJECT IN KAZAN)**

**Sergey N. Bobylev**

*Doctor of Economics, Professor,  
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics  
(Moscow, Russia)*

**Ilia S. Zavaleev**

*Postgraduate student,  
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics  
(Moscow, Russia)*

**Anna I. Zavaleeva**

*Postgraduate student,  
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics  
(Moscow, Russia)*

**Irina Yu. Khovavko**

*Doctor of Economics, Leading Reseacher,  
Lomonosov Moscow State University, Faculty of Economics  
(Moscow, Russia)*

### **Abstract**

*The article is devoted to one of the components of the sustainable development of cities - the creation of an urban "green" infrastructure. The development of such infrastructure in cities contributes to an increase in the flow of benefits from ecosystem services and is an important trend in the formation of a green economy. Particular attention is paid to the assessment of the economic efficiency of ecosystem services in cities. The methodological basis for justifying the introduction of eco-infrastructure in cities is the mathematical modeling of the urban area, which shows what economic benefits households and municipalities can receive from the introduction of "green" infrastructure.*

*The article provides an economic assessment of the "green" infrastructure (the so-called "city in the garden") on the example of the project of a new eco-district of the city of Kazan. It is shown that an integrated approach to creating an urban environment with an emphasis on the health and well-being of citizens is beneficial for the economy of the city and the country as a whole.*

**Keywords:** Ecosystem services, green infrastructure, green economics, sustainable city.

**JEL:** Q57, H54, O18.

**For citation:** Bobylev, S.N. et al. Development of "Green" Infrastructure in Cities (Economic Analysis of a Project in Kazan). Scientific Research of Faculty of Economics. Electronic Journal, vol. 14, no. 3, pp. 48-61. DOI: 10.38050/2078-3809-2022-14-3-48-61.

## References

Bobylev S.N., Perelet R.A., Solov'eva S.V. (2012) Ocenka i vnedrenie sistemy platezhej za ekosistemnye uslugi na osobo ohranyaemyh prirodnyh territoriyah [Assessment and implementation of the system of payments for ecosystem services in specially protected natural areas], Volgograd: PROON (In Russian).

Bobylev S.N., Porfir'ev B.N. (2016) Ustojchivoe razvitie krupnejshih gorodov i megapoli-sov: faktor ekosistemnyh uslug [Sustainable development of the largest cities and megacities: the factor of ecosystem services] Vestnik Moskovskogo universiteta [The Moscow University Economics Bulletin] Ser. 6. Ekonomika, no. 6, pp. 3-21. <https://doi.org/10.38050/01300105201661> (In Russian).

Klimanova O.A. "Ekosistemnye uslugi Rossii. Zelenaya infrastruktura i ekosistemnye uslugi krupnejshih gorodov Rossii" [Ecosystem services of Russia. Green Infrastructure and Ecosystem Services of the Largest Cities of Russia] pri podderzhke proekta TEEV-Russia (Centr ohrany dikoj prirody) [with the support of the TEEV-Russia project (Center for Wildlife Conservation)], M. 2021 (In Russian).

CHelovek v megapolise: Opyt mezhdisciplinarnogo issledovaniya [A person in a metropolis: The experience of interdisciplinary research]. Red. B.A.Revich i O.V. Kuznecova.- M.: LENAND, 2019, 640 p. (In Russian).

Ekosistemnye uslugi Rossii: Uslugi nazem-nyh ekosistem [Ecosystem services of Russia: Prototype National Report. Vol. 1. Terrestrial ecosystems services] Red.-sost. E.N. Bukvaryova, D.G. Zamolodchikov. M.: Izd-vo Centra ohrany dikoj prirody [Biodiversity Conservation Center], 2016. 148 p. Available at: <http://www.biodiversity.ru/programs/ecoservices/first-steps/index.html> (Accessed: 14.02.2018) (In Russian)

Ciach, M., Fröhlich, A. Ungulates in the city: light pollution and open habitats predict the probability of roe deer occurring in an urban environment. *Urban Ecosyst* 22, 513-523 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11252-019-00840-2>.

Daily G.C. (1997) *Nature's Services. Societal Dependence on Natural Ecosystems*. W: Island Press.

De Groot R.S., Alkemade R., Braat L., Hein L., Willemsen L. (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity*. Vol. 7. № 3. <https://doi.org/10.1016/j.ecocom.2009.10.006>

Gomez-Baggethun E., Barton D.N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning, *Ecological Economics*, Volume 86, February 2013, Pages 235-245, DOI:10.1016/j.ecolecon.2012.08.019

Maco S. E. and McPherson E. G. A practical approach to assessing structure, function and value of street tree populations in small communities // *Journal of Arboriculture*. 2003. Vol. 29. No. 2 (March), DOI: 10.48044/jauf.2003.011

Meller H, *The Garden City utopia: a critical biography of Ebenezer Howard*: Robert Beevers (Basingstoke and London: Macmillan, *Journal of Historical Geography*, Volume 16, Issue 2, 1990, DOI 10.1007/978-1-349-19033-1

Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-being*. Washington DC: Island Press. 2005

Nellemann, C., E. Corcoran (eds). 2010. Dead Planet, Living Planet – Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/304215826> Dead Planet Living planet A UNEP rapid response assessment (дата обращения: 14.02.2020)

Paulin, M. Remme R., T. de Nijs Amsterdam's Green Infrastructure Valuing Nature's Contributions to People, National Institute for Public Health and the Environment, Ministry of Health, Welfare and Sport, RIVM Letter report 2019-0021, DOI 10.21945/RIVM-2019-0021

Putting Green Growth at the Heart of Development (2013), OECD Green Growth Studies. OECD Publishing. URL: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264181144-en>

Remme R., T. de Nijs, Paulin M. Technical documentation of the quantification, mapping and monetary valuation of urban ecosystem services. RIVM Report 2017-0040

Towards a green economy in Europe. EU environmental policy targets and objectives 2010-2050 (2013) European Environment Agency Report, No 8/2013.

Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development. United Nations, 2015.

Wallace K.J. (2007) Classification of ecosystem services: problems and solutions. Biological Conservation. Vol. 139. P. 235-246. DOI:10.1016/j.biocon.2007.07.015

World Bank (2021). The economic case for nature. World Bank, Washington DC.