

Оригинальная статья

<https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-142-149>

УДК 630*181.5:712.2:504.5



КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ДЕКОРАТИВНОСТИ ИЛЬМОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

И.С. Богущ¹✉, О.Б. Сокольская¹, В.В. Кругляк³, А.А. Вергунова², Т.А. Андрушко¹

¹ФГБОУ ВО Вавиловский университет, ул. Советская, 60, Саратов, Россия

²ГАПОУ СО «Саратовский архитектурно-строительный колледж»:410028, г. Саратов, ул. Чернышевского, д. 139, Саратов, Россия

³ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет им. Императора Петра I»: ул. Мичурина, 1, Воронеж, Россия

Аннотация. Цель исследования: разработка методики оценки декоративности ильмовых насаждений, учитывающей комплексное влияние факторов городской среды. Проанализированы ключевые факторы декоративности с указанием, что на декоративные качества вязов наиболее существенно влияют: количество зеленых насаждений, уровень запыленности воздуха, однородность видов и степень заболеваемости, а также таких аспектов, как аспекты, как биология (B), экология (E), ландшафт (L), уход (C), социальные факторы (S) и культурная инновационность (H). Эти параметры стали основой для создания математической модели декоративности (D). Показаны и оценены апробированные результаты на территориях исследования двух городов (Саратова и Энгельса) с разной интенсивностью движения транспортных средств. Для повышения декоративности предложены: улучшить уход за деревьями на улицах с высокой интенсивностью движения; заменить поврежденные деревья на устойчивые виды *Ulmus*; проводить регулярный мониторинг состояния почвы и уровня загрязнения воздуха. Результаты были подвергнуты статистической обработке.

Ключевые слова: ильмовые культуры, декоративность, зеленые насаждения, математическая модель, городская среда, озеленение, улицы с высокой интенсивностью движения транспорта, улицы с min движением транспорта, рекреационные зоны

Формат цитирования: Богущ И.С., Сокольская О.Б., Кругляк В.В., Вергунова А.А., Андрушко Т.А. Комплексная оценка декоративности ильмовых насаждений в городской среде // Природообустройство. 2025. № 3. С. 142-149. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-142-149>

Original article

COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE DECORATIVE EFFECT OF ELM TREES IN AN URBAN ENVIRONMENT

I.S. Bogush¹✉, O.B. Sokolskaya¹, V.V. Kruglyak³, A.A. Vergunova², T.A. Andrushko¹

¹Vavilovsky University, Sovetskaya str., 60, Saratov, Russia

²GAPOU SB "Saratov College of Architecture and Civil Engineering":410028, Saratov, Chernyshevsky

³The Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I: 1 Michurina St., Voronezh, Russia

Abstract. This article provides the development of a methodology for assessing the decorative effect of elm trees, taking into account the complex influence of urban environmental factors. The key factors of decorativeness are analyzed, indicating that the decorative qualities of elms are most significantly influenced by: the number of green spaces, the level of dust in the air, the uniformity of species and the degree of morbidity, as well as aspects such as biology (B), ecology (E), landscape (L), care (C), social factors (S) and cultural innovation (H). These parameters became the basis for the creation of a mathematical model of decorativeness (D). The tested results are shown and evaluated in the study areas of two cities (Saratov and Engels) with different traffic intensity. To enhance the decorative effect, it is proposed to improve the care of trees on streets with high traffic intensity; replace damaged trees with resistant *Ulmus* species; regularly monitor soil conditions and pollution levels.

Keywords: elm trees, decorative features, green spaces, urban environment, landscaping, streets with high traffic intensity, streets with min traffic, recreational areas

Format of citation: Bogush I.S., Sokolskaya O.B., Kruglyak V.V., Vergunova A.A., Andrushko T.A. Comprehensive assessment of the decorative effect of elm trees in an urban environment // Prirodoobustrojstvo. 2025. № 3. P. 142-149. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2025-3-142-149>

Введение. Городские зелёные насаждения, включая ильмовые (вязовые) деревья, играют ключевую роль в формировании экологического благополучия и эстетики урбанизированных территорий. Они выполняют функции фильтрации воздуха, снижения температуры, защиты от шума и создания комфортной среды для жителей. Однако в условиях интенсивного антропогенного воздействия, загрязнения и климатических стрессов декоративность этих растений часто снижается, что ставит под вопрос их эффективность как элемента городского дизайна. Особую актуальность проблема приобретает в регионах с континентальным климатом, таких как Поволжье, где экстремальные температуры и засуха усугубляют состояние насаждений.

Ильмовые деревья (*Ulmus spp.*) широко используются в озеленении благодаря своей устойчивости к неблагоприятным условиям. Например, в Саратове и Энгельсе вязы высаживались исторически как символ долговечности, однако их современное состояние варьируется от критического на улицах с интенсивным движением до удовлетворительного в парковых зонах. Несмотря на обилие исследований, посвящённых выживаемости городских деревьев (например, оценка устойчивости к голландской болезни вязов), комплексный анализ их декоративности остаётся недостаточно изученным. Традиционные подходы, такие как индекс NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс) по спутниковым снимкам Sentinel-2 или визуальный осмотр, фокусируются на отдельных аспектах (например, затенённости кроны), игнорируя, скажем такие, как культурные факторы, которые критически важны для восприятия городской среды.

Существующие методики оценки декоративности часто субъективны или ограничены узкими параметрами. Например, стандартный визуальный анализ по шкале от 1 до 5 баллов (форма кроны, окраска листьев) не учитывает влияние экологии или исторической ценности. В то же время, инструментальные методы, такие как измерение концентрации тяжёлых металлов в листьях, слишком трудоёмки для массовых исследований. Это создаёт пробел в научной литературе: нет универсального инструмента, который объединял бы биологические, экологические, ландшафтные и культурные аспекты в единую систему.

Цель исследования: разработка методики оценки декоративности ильмовых насаждений, которая учитывает комплексное влияние факторов городской среды. Для её достижения нами решались следующие задачи:

1. Выявление ключевых параметров декоративности: биологическое состояние деревьев, экологические условия, ландшафтный контекст и культурная значимость.

2. Создание математической модели, сочетающей количественные и качественные показатели.

3. Апробация методики на 16 локациях городов Саратова и Энгельса: набережных, улицах, парках.

4. Формулировка рекомендаций для улучшения ухода и планирования зелёных зон.

Научная новизна работы заключается в интеграции разнородных данных в единую формулу, что позволяет избежать субъективности традиционных подходов. Например, впервые учтён корректирующий коэффициент K , связывающий возраст насаждений с их устойчивостью к стрессу. Практическая значимость подтверждается возможностью применения методики для оптимизации ухода за деревьями: расчёты показывают, что даже на улицах с высоким уровнем загрязнения (например, улица Рабочая в Саратове, $D = 50\%$) декоративность можно повысить за счёт регулярной обрезки и полива.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись древесные и кустарниковые виды рода *Ulmus*, на опытных участках в городах Саратов и Энгельс, расположенных на территории Саратовской области, разделенная на три типа (рис. 1).

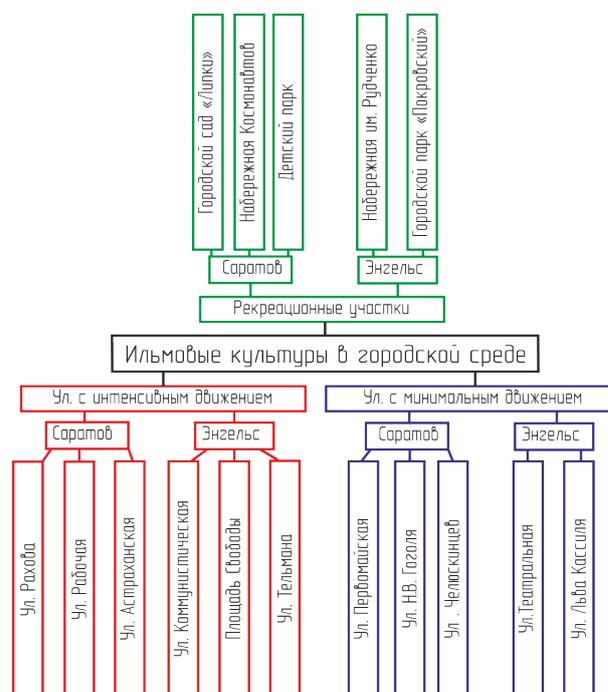


Рис. 1. Объекты исследования в зависимости от интенсивности движения
Fig. 1. Research objects depending on traffic intensity

А. Участки с интенсивным движением

Эти участки характеризуются высокой транспортной нагрузкой и, как следствие, повышенным уровнем загрязнения воздуха пылью и выхлопными газами. В данных зонах ильмы выполняют функции пыле- и шумозащиты, а также создают тень.

Б. Участки с минимальным движением

Эти зоны имеют умеренную транспортную нагрузку и используются преимущественно для жилой застройки и местного трафика. Здесь ильмы создают комфортную среду и улучшают микроклимат.

В. Рекреационные участки

Эти зоны полностью свободны от транспортного движения и предназначены для отдыха и рекреации. Здесь ильмы играют важную роль в создании эстетически привлекательных ландшафтов и укреплении склонов.

Озеленение с применением ильмовых культур проводилось в соответствии с городскими проектами благоустройства.

Исследования проводились в двух городах Поволжья:

- Саратов: 9 локаций (улицы Рахова, Гоголя, Челюскинцев, Рабочая, Астраханская, Первомайская, Коммунистическая, площадь Свободы, парк «Липки»).

- Энгельс: 7 локаций (набережные Космонавтов и им. Рудченко, улицы Тельмана, Театральная, Льва Касиля, парк «Покровский», площадь Свободы).

Исследования проводились в вегетационный период с 2021 по 2024 гг., когда листва полностью развита. В ходе работы было обследовано 1362 вязаовых дерева видов рода *Ulmus*, из которых 896 деревьев исследовано в Саратове и 466 деревьев – в Энгельсе.

В нашем исследовании мы применяли следующие инструменты: фотокамера для визуальной фиксации состояния деревьев; портативный рН-метр для анализа почвы; анкеты для опроса жителей (Google Forms); данные Росгидромета и OpenStreetMap.

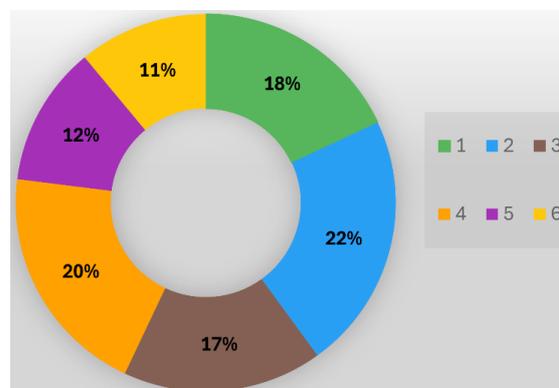
Методы исследования. Для оценки биологических параметров (форма кроны, окраска листвы) и оценка состояния городских зеленых насаждений использована методика В.Н. Алексеева [1]; ландшафтная оценка городских зеленых зон с оценкой гармонии насаждений с окружающей средой А.И. Шубина [2]; биоэкологические аспекты с анализом влияния загрязнения на здоровье деревьев в урбанизированной среде И.В. Савенковой и С.В. Пашкова [3]; методика оценки плодородия и кислотности почвы

по исследованиям ГНУ ВНИИА [4]; анализ культурной значимости парков и набережных по И.П. Захарову [5]; аттрактивность исторических садово-парковых территорий по О.Б. Сокольской [6]; источник данных по PM_{2.5} и NO₂ по Росгидромет 2023. Отчёт о загрязнении воздуха в Саратовской области [7]; обоснование корреляции между NDVI и декоративностью по Smith, J. H. [8], а также повреждения от болезней и вредителей, влияющие на декоративность [9]. Использовались некоторые сведения о посадках зеленых насаждений, в исследуемом регионе (Богуш И.С., [10].)

Результаты и обсуждение. Нами были оценены несколько параметров влияния городской среды на декоративные характеристики ильмовых насаждений (рис. 2).

Из рисунка 2 определено, что на декоративно-эстетические качества видов рода *Ulmus* наибольшее влияние оказывают экологические факторы (22%), а также качество ухода за зелёными насаждениями (20%). Регулярное обслуживания флоры подчеркивает устойчивость экосистемы.

Существенную роль играют биологические параметры (18%) и ландшафтные



- 1 – Биологические параметры
Biological parameters;
- 2 – Экологические факторы
Environmental factors;
- 3 – Ландшафтные характеристики
Landscape characteristics;
- 4 – Качество ухода
Quality of care;
- 5 – Социальный фактор
Social factor
- 6 – Культурная инновационность
Cultural innovation

Рис. 2. Оценка влияния городской среды на декоративные характеристики ильмовых насаждений

Fig. 2. Assessment of the impact of the urban environment on the decorative characteristics of elm trees

характеристики (17%). Менее выражено, но значимо воздействие социальных (12%) и культурных факторов (11%).

В связи с этим установлено, что на декоративные качества влияют следующие основные параметры: биология, экология, ландшафт, уход, социум, культура, т.е. те показатели, которые можно оценить визуально или при помощи IT-технологий: 1. Биологические параметры (В): *форма кроны*: визуальный осмотр по шкале от 0 до 5 (густота, симметричность) согласно стандартам дендрологического мониторинга; *окраска листвы*: Оценка яркости и равномерности цвета (шкала 0-5) с использованием эталонных фотографий; *здоровье растений*: фиксация повреждений (трещины, болезни ЗН (зеленые насаждения) и их площади (например, 20% повреждённых ветвей → 3 балла из 5); 2. Экологические факторы (Е): *загрязнение воздуха*: Данные по PM_{2.5} и NO₂ из отчётов Росгидромета за 2022-2023 гг.; *Качество почвы*: Анализ проб на кислотность (рН) и плодородие (содержание гумуса) по методикам ГНУ ВНИИА (Всероссийский научно-исследовательский институт агролесомелиорации); 3. Ландшафтные характеристики (L): *гармония с окружением*: фото-съёмка и сравнение с архитектурными доминантами (например, высота деревьев относительно зданий); *наличие водоёмов / склонов*: Учёт географических особенностей через картографические данные (Яндекс. Карты, OpenStreetMap), микроклимат и пр.; 4. Культурная инновационность (Н): *историческая ценность*: анализ архивных документов и статуса объектов (например,

городской сад «Липки» – памятник садово-паркового искусства); *мнение жителей*: анкетирование 30+ респондентов на каждой локации (вопросы: «Оцените эстетику насаждений по шкале от 1 до 10», «Знаете ли вы историю этих деревьев?»); 5. Качество ухода (У): *качество ухода*: полив, обрезка, защита от болезней и вредителей ЗН; 6. Социальный фактор (S): рекреационная нагрузка, отношение со стороны жителей к деревьям и кустарникам.

Введен корректирующий коэффициент (К), который рассчитывался по формуле:

$$K = 1 + 0,1 \cdot (\text{возраст насаждений}) - 0,05 \cdot (\text{уровень стресса}), \quad (1)$$

где: возраст определялся по архивным данным о посадке, уровень стресса – через индекс загрязнения воздуха и количество механических повреждений.

Так, например, если возраст насаждений = 30 лет → $0,1 \cdot 30 = 3,0$, а

уровень стресса: низкий (например, 20%) → $0,05 \cdot 20 = 1,0$, то $K = 1 + 3,0 - 1,0 = 3,0$

Создана математическая модель комплексной оценки декоративности зеленых насаждений, в том числе и вязовых культур:

$$D = K \cdot \sum_{i=1}^6 w_i \cdot x_i, \quad (2)$$

где К – корректирующий коэффициент, w_i – весовой коэффициент фактора, x_i – значение параметра.

Каждый параметр x_i оценивается по шкале от 0 до 100. Ниже приведено подробное описание критериев для каждого параметра и их градации (табл. 1).

Таблица 1. Градация параметров x_i
Table 1. Gradation of parameters x_i

Признаки <i>Signs</i>	Градация <i>Gradation</i>	Баллы (x_i) <i>Points (x_i)</i>	Описание <i>Description</i>
1	2	3	4
Биологические параметры (x_1) <i>Biological parameters (x_1)</i>	Отличное <i>Excellent</i>	86-100	Идеальная форма кроны, яркая окраска листвы, отсутствие болезней ЗН и повреждений от насекомых-вредителей <i>Ideal crown shape, foliage bright color, absence of ZN diseases and damages from insect-pests</i>
	Очень хорошее <i>Very good</i>	76-85	Почти идеальное состояние, но есть незначительные признаки стресса <i>Almost perfect condition, but there are minor signs of stress</i>
	Хорошее <i>Good</i>	66-75	Умеренные повреждения или блеклая окраска листвы <i>Moderate damage or faded coloration of foliage</i>
	Удовлетворительное <i>Satisfactory</i>	46-65	Деформированная крона, заметные повреждения листвы или ствола <i>Deformed crown, noticeable damage to foliage or trunk</i>
	Плохое <i>Bad</i>	≤45	Сильно повреждённые деревья, отсутствие листвы, деформированные стволы <i>Severely damaged trees, lack of foliage, deformed trunks</i>

1	2	3	4
Ландшафтные характеристики (x_2) <i>Landscape characteristics (x_2)</i>	Отличное <i>Excellent</i>	86-100	Полная гармония с окружающей средой, наличие доминантных элементов (водоёмы, склоны) <i>Complete harmony with the environment, presence of dominant elements (reservoirs, slopes)</i>
	Очень хорошее <i>Very good</i>	76-85	Гармония с окружением, но без выдающихся особенностей <i>Harmony with the surroundings, but without outstanding features</i>
	Хорошее <i>Good</i>	66-75	Нейтральная гармония, деревья не нарушают общий вид <i>Neutral harmony, trees do not disturb the overall appearance</i>
	Удовлетворительное <i>Satisfactory</i>	46-65	Частичное нарушение гармонии, деревья закрывают вид или плохо сочетаются с окружением <i>Partial disruption of harmony, trees block the view or do not fit well with the surroundings.</i>
	Плохое <i>Bad</i>	≤45	Полное несоответствие ландшафту, деревья мешают движению или обзору <i>Completely out of keeping with the landscape, trees obstruct movement or visibility</i>
Качество ухода (x_3) <i>Quality of care (x_3)</i>	Отличный <i>Excellent</i>	86-100	Регулярный полив, ежегодная обрезка, защита от болезней и от насекомых-вредителей <i>Regular watering, annual pruning, protection from diseases and insect pests</i>
	Очень хороший <i>Very good</i>	76-85	Умеренный уход: редкий полив, периодическая обрезка <i>Moderate care: rare watering, periodic pruning</i>
	Хороший <i>Good</i>	66-75	Минимальный уход: только обрезка, полив отсутствует <i>Minimal care: only pruning, no watering</i>
	Удовлетворительный <i>Satisfactory</i>	46-65	Редкий уход, деревья зарастают, накапливают мусор <i>Rare care, trees become overgrown and accumulate debris.</i>
	Плохой <i>Bad</i>	≤45	Полное отсутствие ухода, деревья зарастают, накапливают мусор <i>There is a complete lack of care, the trees become overgrown and accumulate garbage</i>
Социальные факторы (x_4) <i>Social factors (x_4)</i>	Отличное <i>Excellent</i>	86-100	Низкая рекреационная нагрузка, бережное отношение со стороны жителей <i>Low recreational load, respectful attitude on the part of residents</i>
	Очень хорошее <i>Very good</i>	76-85	Умеренная нагрузка, люди относятся к деревьям аккуратно <i>Moderate load, people treat trees with care</i>
	Хорошее <i>Good</i>	66-75	Высокая нагрузка или частый вандализм <i>High traffic or frequent vandalism</i>
	Удовлетворительное <i>Satisfactory</i>	46-65	Экстремальная нагрузка, сильный вандализм по отношению к ЗН <i>Extreme load, severe vandalism towards the ZN</i>
	Плохое <i>Bad</i>	≤45	Деревья полностью разрушены или повреждены <i>Trees are completely destroyed or damaged</i>
Экологические факторы (x_5) <i>Environmental factors (x_5)</i>	Отличное <i>Excellent</i>	86-100	Чистый воздух, плодородная почва, отсутствие пыли <i>Clean air, fertile soil, no dust</i>
	Очень хорошее <i>Very good</i>	76-85	Умеренное загрязнение воздуха, среднее качество почвы <i>Moderate air pollution, average soil quality</i>
	Хорошее <i>Good</i>	66-75	Высокое загрязнение воздуха, бедная почва, min пыль <i>High air pollution, poor soil, min dust</i>
	Удовлетворительное <i>Satisfactory</i>	46-65	Крайне неблагоприятные условия: сильное загрязнение, токсичная почва, max пыль <i>Extremely unfavorable conditions: heavy pollution, toxic soil, max dust</i>
	Плохое <i>Bad</i>	≤45	Деревья находятся в условиях экологической катастрофы, max пыль <i>Trees are in the conditions of ecological catastrophe, max dust</i>

1	2	3	4
Культурная инновационность (x_6) Cultural Innovation (x_6)	Отличное <i>Excellent</i>	86-100	Высокая историческая и культурная ценность, положительное мнение жителей <i>Extremely unfavorable conditions: heavy pollution, toxic soil, max dust</i>
	Очень хорошее <i>Very good</i>	76-85	Умеренная значимость, деревья связаны с местной культурой <i>Moderate importance, trees associated with local culture.</i>
	Хорошее <i>Good</i>	66-75	Низкая значимость, деревья не имеют особой культурной ценности <i>Low significance, trees have no particular cultural value.</i>
	Удовлетворительное <i>Satisfactory</i>	46-65	Отсутствие культурной ценности, негативное мнение жителей <i>Lack of cultural value, negative opinion of residents</i>
	Плохое <i>Bad</i>	≤ 45	Деревья вызывают недовольство из-за загрязнения или помехи движению <i>Trees cause discontent because they pollute or obstruct traffic</i>

Таблица 2. Параметры весового коэффициента w_i
Table 2. W_i weighting coefficient parameters

Признаки <i>Signs</i>	Весовой коэффициент (w_i) <i>Weighting factor (w_i)</i>	Краткое описание критерия <i>Brief description of the criterion</i>
$B(x_1)$	0.20	Состояние кроны, листвы, наличие болезней и повреждений ЗН <i>Condition of the crown, foliage, presence of diseases and damage to the ZN</i>
$L(x_2)$	0.15	Гармония с окружающей средой, наличие доминантных элементов ЗН <i>Harmony with the environment, presence of dominant elements of the ZN environment</i>
$U(x_3)$	0.20	Регулярность полива, обрезки, защита от вредителей-насекомых и болезней ЗН <i>Regular watering, pruning, protection from pests and diseases</i>
$S(x_4)$	0.15	Рекреационная нагрузка, отношение жителей, проявление вандализма <i>Recreational load, attitude of residents, vandalism</i>
$E(x_5)$	0.20	Уровень загрязнения воздуха, уровень оседания пыли на листьях ЗН, качество почвы <i>Air pollution level, dust deposition level on ZN leaves, soil quality</i>
$H(x_6)$	0.10	Историко-культурная ценность, возраст ЗН, мнение жителей <i>Historical and cultural value, age of the property, opinion of residents</i>

Были также определены значения w_i

Далее, нами по созданной математической модели была рассчитана декоративность каждой исследованной территории с разными по интенсивности движением транспорта и проведено их сравнение в Саратове и Энгельсе (рис. 3, а, б).

Из рисунка 3 оценка декоративности ильмовых насаждений в Саратове и Энгельсе показал, что их состояние варьируется от 47% (ул. им. В.Г. Рахова и ул. им. Н.В. Гоголя, Саратов) до 85% (городской сад «Липки», Саратов). В среднем декоративность в Энгельсе (71,9%) на 10,3 процентных пункта выше, чем

в Саратове (61,6%), что связано с меньшим уровнем загрязнения и более благоприятными условиями произрастания. Наиболее благоприятные показатели достигаются в парках и на набережных (например, городской сад «Липки» – 85%, набережная Космонавтов – 81%), где деревья защищены от стрессовых факторов, тогда как на улицах с интенсивным движением (например, ул. Рабочая в Саратове – 50%) декоративность снижается на 35-40%. Это подчеркивает необходимость усиления мер по защите и восстановлению городских насаждений для повышения качества городской среды.

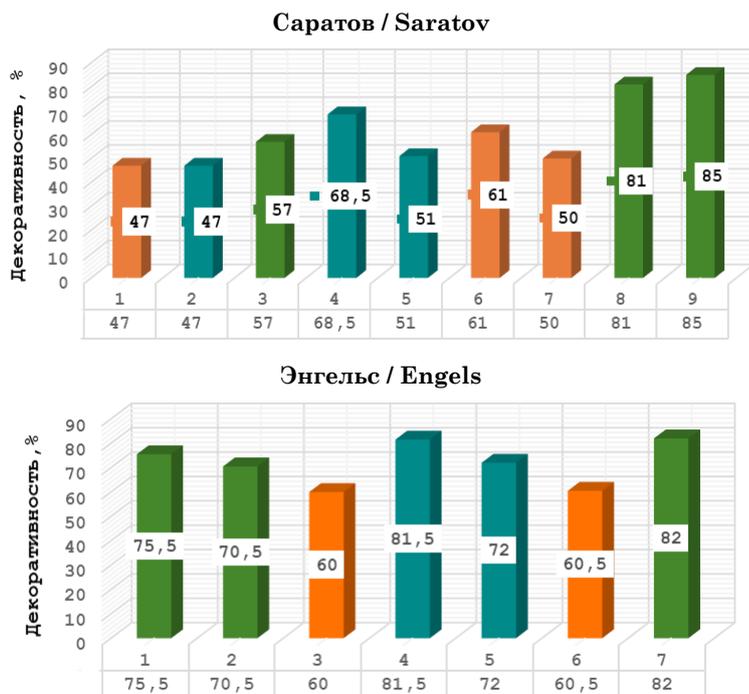


Рис. 3. Оценка декоративности территорий с ильмовыми культурами в двух городах: Саратове (а) и Энгельсе (б)

Fig. 3. Assessment of the decorative value of territories with elm crops in two cities: Saratov and Engels

Заключение (выводы)

В ходе исследования была достигнута поставленная цель – разработана методика оценки декоративности ильмовых насаждений, учитывающая комплексное влияние факторов городской среды. По результатам выполнения задач можно сделать следующие *выводы*:

– Выявление ключевых параметров декоративности, установлено, что на декоративность вязов наибольшее влияние оказывают: содержание зеленых насаждений (20%), запыленность воздуха (15%), однородность видового состава (13%) и уровень заболеваемости (12%). Эти параметры легли в основу формулы для расчета декоративности (D) (общего показателя результативности в баллах от 0 до 100), где учтены биологические параметры (B), экологические факторы (E), ландшафтные характеристики (L), качество ухода (U), социальный фактор (S), культурная инновационность (H).

– Создана математическая модель: разработанная математическая модель позволила количественно оценить декоративность с учетом весовых коэффициентов (например, 0,4 для биологии; 0,3 для экологии; 0,2 для ландшафта; 0,1 для культуры). Корректирующий коэффициент К

учитывает возраст насаждений и уровень стресса, что повысило точность расчетов. Например, для набережной Космонавтов (Саратов) $K=3,0$, а для улицы Рабочей (Саратов) $K=1,5$.

– Данная методика прошла испытания на 16-и локациях: 9 локаций в Саратове и 7 – в Энгельсе, где было обследовано 1362 дерева. Декоративность варьировалась от 47% (ул. им. В.Г. Рахова и ул. им. Н.В. Гоголя в Саратове) до 85% (городской сад «Липки», Саратов). В среднем показатели декоративности в Энгельсе (71,9%) превышают аналогичные в Саратове (61,6%) на 10,3 процентных пункта, что связано с более благоприятными экологическими условиями.

– Для повышения декоративности предложено: 1) усилить уход за деревьями на улицах с интенсивным движением (например, ул. Рабочая, $D=50\%$); 2) заменить поврежденные деревья на устойчивые виды *Ulmus*; 3) проводить регулярный мониторинг состояния почвы и уровня загрязнения воздуха.

Таким образом, данная методика универсальна, она позволяет проводить унифицированную оценку декоративности разнообразных зеленых насаждений, в том числе ильмовых, независимо от региона их произрастания.

Reference

1. Alexeev V.N. Methodology for assessing the condition of tree plantations in urban environments / V.N. Alexeev // Journal of Forestry. 2003 No. 4(22). P. 45-52.

Список использованных источников

1. Алексеев В.Н. Методика оценки состояния древесных насаждений в городских условиях // Журнал лесоведения. 2003. № 4(22). С. 45-52.

2. Шубин А.И. Ландшафтный анализ городских зелёных зон // Вестник архитектуры и строительства. 2009. № 3(14). С. 78-85.

3. Савенкова И.В., Пашков С.В. Биоэкологический мониторинг деревьев в условиях городской среды // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. 2019. № 4 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioekologicheskii-monitoring-dereviev-v-usloviyah-gorodskoy-sredy>

4. ГНУ ВНИИА. Стандарты анализа почвы для городских насаждений / ГНУ ВНИИА. М.: Издательство ВНИИА, 2019. 128 с.

5. Захаров И.П. История озеленения Саратова и Энгельса // Региональные исследования 2017. № 7(25). С. 88-95.

6. Сокольская О.Б. Обоснование восстановления садово-паркового наследия России: Монография. СПб.: Лань, 2021. 368 с. ISBN 978-5-8114-7132-4.

7. Росгидромет. Отчёт о загрязнении воздуха в Саратовской области / Росгидромет. М.: Изд-во Росгидромета, 2023. 96 с.

8. Смит Дж.Х. NDVI как инструмент мониторинга городской растительности // Приложения дистанционного зондирования. 2015. Т. 12. № 4. С. 45-53.

9. Джонсон К. Управление голландской болезнью язов в городских ландшафтах / К. Джонсон, Р. Смит // Городское лесное хозяйство и озеленение. 2018. Т. 32. С. 110-118.

10. Богущ И.С., Сокольская О.Б. Мониторинг рода *Ulmus L.* в городском озеленении // Агрофорсайт. 2021. № 6(37). С. 101-108. Учредители: ООО «Центр социальных агроинноваций СГАУ». eISSN: 2415-8666. DOI: 10.54697/24158666_2021_06_101. URL: http://agroforsait.ru/wp-content/uploads/2021/11/6_2021%D0%BD_101-108.pdf

2. Shubin A.I. Landscape analysis of urban green zones / A.I. Shubin // Bulletin of Architecture and Construction. 2009. No. 3(14). P. 78-85.

3. Savenkova I.V., Pashkov S.V. Bioecological Monitoring of Trees in Urban Environment // Bulletin of MGPU. Series: Natural Sciences. 2019. No. 4 (36). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioekologicheskii-monitoring-dereviev-v-usloviyah-gorodskoy-sredy>

4. GNU VNIIA. Standards for soil analysis of urban plantations / GNU VNIIA. Moscow: VNIIA Publishing, 2019. 128 p.

5. Zakharov I.P. The history of landscaping in Saratov and Engels / I.P. Zakharov // Regional Studies. 2017. No. 7(25). P. 88-95.

6. Sokolskaya O.B. Justification for the restoration of Russia's garden and park heritage: monograph / O.B. Sokolskaya. St. Petersburg: Lan, 2021. 368 p. ISBN 978-5-8114-7132-4.

7. Roshydromet. Report on air pollution in the Saratov region / Roshydromet. – Moscow: Roshydromet Publishing, 2023. 96 p.

8. Smith J.H. NDVI as a Tool for Urban Vegetation Monitoring / J.H. Smith // Remote Sensing Applications. 2015. Vol. 12. No. 4. P. 45-53.

9. Johnson K. Dutch Elm Disease Management in Urban Landscapes / K. Johnson, R. Smith // Urban Forestry & Urban Greening. 2018. Vol. 32. P. 110-118.

10. Bogush I.S., Sokolskaya O.B. Monitoring of the *Ulmus L.* genus in urban landscaping // AgroForsait. 2021. No. 6(37). P. 101-108. ISSN 2415-8666. DOI: 10.54697/24158666_2021_06_101. URL: http://agroforsait.ru/wp-content/uploads/2021/11/6_2021_101-108.pdf

Об авторах

Иван Сергеевич Богущ, аспирант кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», магистр ландшафтной архитектуры, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4911-4941>; vanbogush@gmail.com

Ольга Борисовна Сокольская, д-р. с.-х. наук., профессор кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1723-1289>; sokolskaya.olg@yandex.ru

Владимир Викторович Кругльак, профессор кафедры землеустройства и ландшафтного проектирования, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0006-2384-5489>; BitneBit@gmail.com

Анастасия Аркадьевна Вергунова, канд. с.-х. наук, ландшафтной архитектуры, преподаватель: ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0200-4721>; aelestel@mail.ru,

Татьяна Александровна Андрушко, канд. с.-х. наук., доцент кафедры «Лесное хозяйство и ландшафтное строительство», ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2718-3428>; t.andruschko@yandex.ru

Критерии авторства / Criteria of authorship

Богущ И.С., Сокольская О.Б., Кругльак В.В., Вергунова А.А., Андрушко Т.А. выполнили практические и теоретические исследования, на основании которых провели обобщение и написали рукопись. Имеют на статью авторское право и несут ответственность за плагиат.

Конфликт интересов / Conflict of interests

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interests

Вклад авторов / Contribution of authors

Все авторы сделали равный вклад в подготовку публикации / The authors made an equal contribution to the preparation of the publication

Поступила в редакцию / Received at the editorial office 28.08.2024

Поступила после рецензирования и доработки / Received after peer review 22.05.2025

Принята к публикации / Accepted for publication 22.05.2025

About the authors

Ivan S. Bogush, postgraduate student of the Department of Forestry and Landscape Construction, Master of Landscape Architecture; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4911-4941>; vanbogush@gmail.com

Olga B. Sokolskaya, DSs (Agro), professor of the Department of Forestry and Landscape Construction; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1723-1289>; sokolskaya.olg@yandex.ru

Vladimir V. Kruglyak, professor at the Department of Land Management and Landscape Design, ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0006-2384-5489>; BitneBit@gmail.com

Anastasia A. Vergunova, CSs (Agro), lecturer at Saratov College of Architecture and Civil Engineering; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0200-4721>; aelestel@mail.ru

Tatyana A. Andrushko, CSs (Agro), associate professor of the Department of Forestry and Landscape Construction, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2718-3428>; t.andruschko@yandex.ru

Bogush I.S., Sokolskaya O.B., Kruglyak V.V., Vergunova A.A., Andrushko T.A. carried out practical and theoretical studies, on the basis of which they generalized and wrote a manuscript. They have a copyright on the article and are responsible for plagiarism.