

СТАТЬЯ

УДК 632.8:630.181(470.54-25)
DOI 10.17513/use.38362

**СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВЬЕВ В ПАРКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА
В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССИНГА**

Гордеева И.В.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
Екатеринбург, e-mail: ivgord@mail.ru*

Проведена оценка общего состояния древесных насаждений в парковых зонах Екатеринбурга, активно посещаемых жителями города и расположенных непосредственно вблизи автострад с интенсивным движением и крупных жилых комплексов. Объектами исследования, осуществлявшегося на протяжении 2016–2024 гг., послужили зеленые насаждения в четырех парках г. Екатеринбурга. При оценке состояния насаждений использовалась шкала категорий по характеристике кроны путем сплошного пересчета деревьев видов *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth., *Populus balsamifera* L., *Picea obovata* Ledeb., *Picea purgens* Engelm. и *Larix sibirica* Ledeb. с разнесением их по категориям состояния. Помимо этого, у лиственных видов деревьев *Tilia cordata*, *Betula pendula* и *Populus balsamifera* оценивался интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листовых пластин по пяти ключевым промерам. Как показывают исследования, состояние около 30% всех деревьев можно охарактеризовать как неблагоприятное, о чем свидетельствуют как высокие показатели коэффициентов флуктуирующей асимметрии листовых пластин у *Betula pendula*, *Tilia cordata* и *Populus balsamifera*, так и общее состояние кроны. Наименее благоприятное состояние последней было зафиксировано у листвы *Tilia cordata*. Из хвойных насаждений наибольший уровень стресса наблюдался у представителей вида *Picea obovata*, у которых показатели дефолиации кроны в парковой зоне достигали 30–50%, что соответствует сильно ослабленному состоянию и свидетельствует о высоком уровне неблагоприятия деревьев в городских условиях.

Ключевые слова: городские парки, состояние деревьев, крона деревьев, коэффициент флуктуирующей асимметрии, жизненное состояние древостоя

**THE STATUS OF TREES IN YEKATERINBURG PARKS
UNDER CONDITIONS OF INTENSIVE ANTHROPOGENIC PRESSURE**

Gordeeva I.V.

Ural State University of Economics, Yekaterinburg, e-mail: ivgord@mail.ru

The assessment of the general condition of tree plantations in the Yekaterinburg park areas, which are actively visited by residents of the city and located directly near highways with heavy traffic and large residential complexes, was carried out. The objects of the research carried out during 2016-2024 were green spaces in four parks in Yekaterinburg. When assessing the condition of plantings, a scale of categories was used according to the characteristics of the crown by a continuous recalculation of trees of the species *Tilia cordata* Mill., *Betula pendula* Roth., *Populus balsamifera* L., *Picea obovata* Ledeb., *Picea purgens* Engelm. and *Larix sibirica* Ledeb. with their separation into categories of condition. In addition, in deciduous tree species *Tilia cordata*, *Betula pendul* and *Populus balsamifera*, the integral index of fluctuating asymmetry of leaf plates was estimated by five key measurements. Studies show that the status of about 30% of all trees can be characterized as unfavorable, as evidenced by both high coefficients of fluctuating asymmetry of leaf plates in *Betula pendula*, *Tilia cordata* and *Populus balsamifera*, and the general condition of the crown. The least favorable condition of the latter was recorded in the foliage of *Tilia cordata*. Of the coniferous plantations, the highest stress level was observed in representatives of the *Picea obovata* species, whose crown defoliation rates in the park area reached 30-50%, which corresponds to a severely weakened condition and indicates a high level of tree distress in urban conditions.

Keywords: urban parks, the condition of trees, the crown of trees, the coefficient of fluctuating asymmetry, the vital state of the tree stand

Введение

Жители современных густонаселенных мегаполисов вынуждены проводить значительную часть своей жизни в относительно дискомфортной и стрессовой среде, вследствие чего в качестве неотъемлемой части городской инфраструктуры планируются парковые зоны, пребывание в которых в свободное время позволяет в некоторой степени снизить уровень интенсивности прессинга, которому неизбежно подвергается человеческий организм в урбанизированных условиях [1].

С 2017 г. в Российской Федерации постепенно реализуется государственный проект по формированию комфортной городской среды, одно из направлений которого подразумевает создание новых зеленых насаждений, а также разработку своевременных мер по защите и восстановлению имеющихся озелененных территорий. Если рассматривать современный городской многофункциональный парк с точки зрения структуры дерева показателей качества, включающей целый ряд компонентов, то среди последних можно выделить сле-

дующие средообразующие (оздоравливающие) показатели: площадь озеленения, площадь водоемов (если они есть), хвойный лес и кустарник, лиственный лес с высокой фитонцидностью (включая видовое разнообразие представителей древесной флоры) [2]. Разумеется, наличие травяного покрова, в том числе в виде искусственных газонных и клумбовых насаждений, также принимается во внимание, однако в данном случае речь идет скорее об эстетической, нежели здоровьесберегающей функции последних.

В то же время необходимо отметить, что ведущий компонент парковой флоры, деревья, нередко находятся в состоянии серьезного физиологического стресса [3], вызванного воздействием целого ряда факторов, таких как повышенная концентрация ионов хлора в почве (нередко обусловленная неконтролируемым использованием хлорсодержащих антигололедных реагентов как по периметру, так и непосредственно внутри парковых зон), загрязнение атмосферы, почвенного слоя и грунтовых вод промышленными и транспортными выбросами; прямое механическое воздействие (так, интенсивный снегопад, прошедший на территории г. Екатеринбурга 04.05.2024 г. спровоцировал массовый облом веток и стволов деревьев с уже распустившимися листьями) (рис. 1) и др. [4]. Все эти факторы в совокупности оказывают негативное воздействие на общее состояние древесных насаждений, что, в свою очередь, снижает не только эстетическую привлекательность парковой зоны с точки зрения посетителей,

но и сказывается на общем уровне оздоравливающих показателей, включая фитонцидную активность [5].

Цель исследования заключалась в оценке общего состояния древесных насаждений в парковых зонах Екатеринбурга, активно посещаемых жителями города и расположенных непосредственно вблизи автострад с интенсивным движением и крупных жилых комплексов.

Материалы и методы исследования

Объектами исследования, осуществлявшегося на протяжении 2016–2024 гг., послужили зеленые насаждения в четырех парках г. Екатеринбурга:

1. Дендрологический парк, расположенный по ул. 8 Марта (расположен в самом центре мегаполиса на правом берегу р. Исеть, площадь составляет 7 га, история создания парка начинается с 1946 г.).

2. Харитоновский сад (самый старый из городских парков, существует с 1826 г. как частная территория при усадьбе Расторгуевых-Харитоновых, площадь непосредственной парковой зоны составляет 7 га).

3. Парк им. Павлика Морозова (его площадь составляет 5,6 га – самая маленькая из обследованных парковых зон, единственный из парков, полностью лишенный водоемов, на территории находится спортивная площадка).

4. Дендрологический парк, расположенный по ул. Первомайской (занимает свыше 9 га, на территории находятся два искусственных водоема, множество клумб и оранжереи).



Рис. 1. Массовое повреждение деревьев в парках г. Екатеринбурга после весеннего снегопада (04.05.2024 г.)

Таблица 1

Соответствие между коэффициентом ФА и качеством среды произрастания лиственных деревьев

| Коэффициент ФА | Качество среды | Балл |
|----------------|--|------|
| < 0,040 | Условно нормально | I |
| 0,040–0,044 | Незначительные (начальные) отклонения от нормы | II |
| 0,045–0,049 | Средний уровень отклонений от нормы | III |
| 0,050–0,054 | Значительные отклонения от нормы | IV |
| > 0,054 | Критическое состояние | V |

В статье представлены обобщенные данные на начало 2024 г., поскольку именно к данному моменту после экстремально жаркого и засушливого летнего сезона 2023 г. и последующей за ним избыточно снежной зимы (что подтверждается данными региональных метеорологических наблюдений) древесные насаждения подверглись максимальному стрессу. В большинстве парков, за исключением последнего, средний возраст древесных насаждений не превышает 40–50 лет, поскольку вырубку старых деревьев сопровождается их регулярной заменой во избежание риска падения стволов на отдыхающих горожан, однако в настоящее время и Дендрологический парк также подвергается реконструкции.

При оценке состояния насаждений использовалась шкала категорий по характеристике кроны путем сплошного пересчета деревьев с разнесением их по категориям состояния. Категории состояния – интегральная оценка состояния деревьев по комплексу визуальных признаков (густоте и цвету кроны, наличию и доле усохших ветвей, состоянию коры и др.), в соответствии с которой выделяется пять основных уровней: I – без признаков ослабления; II – ослабленные; III – сильно ослабленные; IV – старый сухостой; V – аварийные деревья.

Для определения относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоя использовалась методика А.В. Алексеева путем расчета показателя L_n ;

$$L_n = (100 N_1 + 70 N_2 + 40 N_3 + 5 N_4) / N,$$

где L_n – относительное жизненное состояние древостоя;

N_1 – число здоровых деревьев;

N_2 – число ослабленных деревьев;

N_3 – число сильно ослабленных деревьев;

N_4 – число отмирающих деревьев

N – общее число обследованных деревьев

При $L = 100–80\%$ – жизненное состояние древостоя на данной территории ха-

рактеризуется как здоровое; 79–50% – ослабленное; 49–20% сильно поврежденное; 19% и ниже – полностью разрушенное [6, 7].

Помимо этого, у лиственных видов деревьев оценивался интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листовых пластин по пяти ключевым промерам согласно стандартной методике (по В.М. Захарову) [8, 9]. В настоящее время в ряде публикаций подвергается сомнению надежность использования коэффициента флуктуирующей асимметрии в качестве биоиндикационного показателя уровня загрязнения атмосферного воздуха, однако признается его надежность как критерия оценки общего уровня стресса, которому подвергаются представители древесной флоры (хотя конкретные причины подобного стресса не всегда очевидны) [10, 11]. В табл. 1 представлены соответствия между значениями коэффициента асимметрии листовых пластин (ФА), качеством среды, в которой произрастают деревья, и баллами оценки общего состояния последних.

Результаты исследования и их обсуждение

Обследования древесной флоры показали, что на территории четырех парков в целом произрастает свыше 40 различных видов деревьев, наиболее распространены среди которых являются следующие: липа сердцевидная (*Tilia cordata* Mill.); береза повислая (*Betula pendula* Roth.); тополь бальзамический (*Populus balsamifera* L.); ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.); ель колючая (*Picea purgens* Engelm.); лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.); вяз гладкий (*Ulmus laevis* Pall.). Другие виды деревьев, такие как сосна сибирская кедровая (*Pinus sibirica* Du Tour), рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L.), груша уссурийская (*Pyrus ussuriensis* Maxim.), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.) и др. были представлены отдельны-

ми экземплярами и встречались на территории не всех парков. Вследствие этого для оценки относительного жизненного состояния (ОЖС) древостоя были выбраны шесть самых часто встречающихся видов деревьев: *Tilia cordata*, *Betula pendula*, *Populus balsamifera*, *Picea obovata*, *Picea purgens* и *Larix sibirica* (табл. 2).

Как показывают представленные данные, состояние древостоя в значительной степени определяется видовой принадлежностью последнего, но в целом наблюдается закономерность: наиболее распространенные как на урбанизированной территории, так и за пределами города лиственные виды деревьев демонстрируют относительно более высокий уровень экологического благополучия (особенно это характерно для эврибионтных популяций *Betula pendula* и *Populus balsamifera*) по сравнению с представителями хвойной флоры. Особенно сложная ситуация фиксируется для видов рода *Picea*, традиционно рассматриваемых как пример узкоспециализированных и чувствительных к антропогенному воздействию, но в то же время пользующихся большой популярностью у городских служб, отвечающих за озеленение урбанизированных территорий, вследствие высокой эстетической привлекательности. Относительное жизненное состояние древостоя ели можно охарактеризовать как ослабленное (для ели колючей) и даже сильно поврежденное (для ели сибирской). В целом можно отметить, что именно последний вид, несмотря на аборигенное происхождение, наиболее уязвим в урбанизированных условиях (рис. 2), что, к сожалению, крайне редко принимается во внимание при выборе мест высадки данных деревьев.

Как уже отмечалось ранее, в качестве одного из критериев экологического благополучия лиственных видов растений можно

рассматривать интегрированный коэффициент флуктуирующей асимметрии (ФА) листовых пластин, который оценивался по каждому парку для деревьев, относящихся к трем видам: *Betula pendula*, *Populus balsamifera* и *Tilia cordata*. Данные, представленные в табл. 3, позволяют заключить, что значения данного показателя коррелируют не только (и не столько) с видовой принадлежностью обследованных растений, но и с местоположением конкретного парка, по крайней мере для березы повислой (*B. pendula*), что не наблюдалось в отношении величин ОЖС (табл. 2).



Рис. 2. Крона *Picea obovata*, произрастающей на территории дендрологического парка г. Екатеринбурга

Таблица 2

Выборочные результаты оценки относительного жизненного состояния древостоя на территории обследованных парков

| Обследованный парк | Вид деревьев, ОЖС, % | | | | | |
|--|-----------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| | <i>Betula pendula</i> | <i>Populus balsamifera</i> | <i>Tilia cordata</i> | <i>Larix sibirica</i> | <i>Picea purgens</i> | <i>Picea obovata</i> |
| Харитоновский сад | 82,3 | 74,2 | 75,6 | 74,7 | 56,8 | 32,4 |
| Дендрологический парк (ул. 8 Марта) | 74,3 | 72,1 | 65,4 | 62,3 | 58,2 | 25,3 |
| Дендрологический парк (ул. Первомайская) | 81,4 | 78,9 | 70,3 | 79,0 | 54,2 | 28,4 |
| Парк им. Павлика Морозова | 77,6 | 75,2 | 67,8 | 64,2 | 53,3 | 29,6 |

Таблица 3

Показатели флуктуирующей асимметрии (ФА) на обследованных территориях

| Обследованный парк | Вид деревьев | | |
|--|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| | <i>Betula pendula</i> | <i>Populus balsamifera</i> | <i>Tilia cordata</i> |
| Харитоновский сад | | | |
| Интегральный коэффициент ФА | 0,049 | 0,065 | 0,052 |
| CV, % | 20,9 | 20,1 | 18,2 |
| Балл | III | V | IV |
| Дендрологический парк (ул. 8 Марта) | | | |
| Интегральный коэффициент ФА | 0,067 | 0,066 | 0,055 |
| CV, % | 20,3 | 19,7 | 17,4 |
| Балл | V | V | V |
| Дендрологический парк (ул. Первомайская) | | | |
| Интегральный коэффициент ФА | 0,045 | 0,060 | 0,047 |
| CV, % | 19,0 | 20,2 | 17,3 |
| Балл | III | V | III |
| Парк им. Павлика Морозова | | | |
| Интегральный коэффициент ФА | 0,052 | 0,071 | 0,049 |
| CV, % | 18,4 | 21,0 | 19,1 |
| Балл | IV | V | III |

В то же время значения всех усредненных коэффициентов ФА безотносительно от территории произрастания деревьев демонстрируют экологическое неблагополучие последних – от средних отклонений от нормы до критических значений. К сожалению, вычлнить роль конкретных факторов в формировании подобной картины не представляется возможным, поскольку, как отмечалось ранее, сами значения флуктуирующей асимметрии листовых пластин зависят от слишком большого числа параметров, включая состав почвы, уровень загрязнения атмосферного воздуха, а также температурный режим в период вегетации.

Заключение

Как показывают исследования, проведенные на протяжении 2016–2023 гг. в четырех парках г. Екатеринбурга, расположенных непосредственно вблизи крупных автострад и жилых комплексов, состояние около 30% всех деревьев можно охарактеризовать как неблагоприятное, о чем свидетельствуют как высокие показатели коэффициентов флуктуирующей асимметрии листовых пластин у *Betula pendula*, *Tilia cordata* и *Populus balsamifera*, так и общее состояние кроны.

Наименее благополучное состояние последней было зафиксировано у листы *Tilia*

cordata, поскольку последний вид характеризуется высоким уровнем чувствительности к повышенной концентрации ионов хлора в почве, обусловленной интенсивным использованием сольсодержащих антигололедных реагентов в зимний период. В то же время значения коэффициента флуктуирующей асимметрии у листовых пластин деревьев данного вида были достоверно ($P < 0,05$) ниже по сравнению с аналогичными показателями для *Populus balsamifera*, традиционно рассматриваемого в качестве примера растения с высоким уровнем толерантности к антропогенному прессингу.

Из хвойных насаждений наибольший уровень стресса наблюдался у представителей вида *Picea obovata*, у которых показатели дефолиации кроны в парковой зоне достигали 30–50%, что соответствует сильно ослабленному состоянию и свидетельствует о высоком уровне неблагоприятия деревьев в городских условиях. Результаты подобных исследований необходимо учитывать при выборе конкретных видов зеленых насаждений для размещения в условиях современных мегаполисов.

Список литературы

1. Торбик Д.Н., Тимофеева А.В., Богданов А.П. Оценка состояния древесной растительности городского парка // Вестник КрасГАУ. 2015. № 4. С. 166–170.

2. Силин Р.В., Касьянов В.Ф. Построение методики оценки качества городского парка в контексте проблемы обеспечения устойчивого развития городских поселений // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. № 6. С. 57–64.
3. Аносов Е.А. Мониторинг влияния урбанистической экосистемы на жизнедеятельность древесных растений. Проблемы, стоящие перед городом, и их решение // Ученые заметки ТОГУ. 2016. Т. 7, № 4. С. 350–359.
4. Жигалева Я.С., Тихонова М.В. Роль городских лесов в экосистеме мегаполиса // АгроЭкоИнфо. 2023. № 5. URL: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2023/5/st_524.pdf (дата обращения: 16.08.2024). DOI: 10.51419/202135524.
5. Сарбаева Е.В., Воскресенская О.Л., Воскресенский В.С. Оценка устойчивости древесно-кустарниковых растений в урбанизированной среде // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=9011> (дата обращения: 20.10.2024).
6. Прохоренко Н.Б., Демина Г.В., Мингазова Д.Н. Оценка жизненного состояния деревьев в урбанизированных условиях Казани // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017. Т. 19, № 2 (3). С. 507–512.
7. Данчева А.В., Залесов С.В. Влияние полноты древостоя на состояние сосняков рекреационного назначения // Леса России и хозяйство в них. 2016. № 1 (56). С. 10–16.
8. Лебединский И.А., Мочалова К.Ю. Площадь листовой пластинки как дополнительный критерий оценки выраженности флуктуирующей асимметрии по методике Захарова // Вестник ПГГПУ. Серия: Биологические науки. 2020. № 1. С. 60–65.
9. Собчак Р.О., Афанасьева Т.Г., Копылов М.А. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth // Вестник Томского государственного университета. 2013. № 368. С. 195–199.
10. Мелькумов Г.М., Волков Д.Э. Флуктуирующая асимметрия листовых пластинок клена остролистного (*Acer platanoides* L.) как тест экологического состояния паркоценозов городской зоны // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2014. № 3. С. 95–98.
11. Козлов М.В. Исследования флуктуирующей асимметрии растений в России: мифология и методология // Экология. 2017. № 1. С. 3–12.