*Контент публикуется на условиях лицензии Creative Commons Attribution 4.0 International*
*The content is published under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License*

УДК 581.522.5:582.685.4
DOI 10.55355/snv2026152108
*Поступила в редакцию / Received: 11.03.2026*
*Принята к опубликованию / Accepted: 29.05.2026*

# ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ДЕРЕВЬЕВ *TILIA CORDATA* MILL. В УСЛОВИЯХ УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЫ Г. ДОНЕЦКА

© 2026

**Корниенко В.О.[1], Джантимирова А.А.[1], Яицкий А.С.[2]**
*[1]Донецкий государственный университет (г. Донецк, Россия)*
*[2]Самарский государственный социально-педагогический университет (г. Самара, Россия)*

*Аннотация*. В последнее десятилетие вопрос оптимизации городской среды стал особенно актуален. Одним из наиболее эффективных решений этой проблемы стало использование древесных растений, характеризующихся стабильно устойчивыми показателями развития. К числу самых распространенных древесных пород, используемых в целях восстановления дендроценозов промышленных городов, относится липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.). По результатам визуального осмотра деревьев *T. cordata*, произрастающих на экспериментальном участке в г. Донецке, мы оценили их жизнеспособность. В условиях высокой антропогенной нагрузки на модельной территории большая часть обследованных деревьев (61,64%) находилась в ослабленном состоянии (2 балла), 32,88% растений данного вида были сильно ослаблены (3 балла), 2,74% находились на стадии отмирания (4 балла), а 1,37% деревьев выборки составил сухостой (5 баллов). Лишь 1,37% древостоя характеризовался 1 баллом жизнеспособности (здоровое растение). Общее ослабление древесных растений проявлялось в множественных морфологических дефектах развития ствола и пороках древесины. Согласно шкале оценки стабильности развития, величина интегрального показателя стабильности развития составила V баллов, что соответствует высокому отклонению от условной нормы; растения находятся в состоянии экологического кризиса.

*Ключевые слова*: урбоценозы; липа мелколистная; *Tilia cordata* Mill.; Донбасс; Донецк; жизнеспособность древесных растений; антропогенный прессинг; озеленение; состояние городских зелёных насаждений.

# EVALUATION OF THE STABILITY OF *TILIA CORDATA* MILL. TREES IN THE URBAN ENVIRONMENT OF DONETSK

© 2026

**Kornienko V.O.[1], Dzhantimirova A.A.[1], Yaitsky A.S.[2]**
*[1]Donetsk State University (Donetsk, Russia)*
*[2]Samara State University of Social Sciences and Education (Samara, Russia)*

*Abstract*. In the last decade, the issue of optimizing urban environments has become particularly pressing. One of the most effective solutions to this problem is the use of woody plants characterized by stable growth rates. Among the most common tree species used to restore dendrocoenoses in industrial cities is the small-leaved linden (*Tilia cordata* Mill.). Based on a visual inspection of small-leaved linden trees growing in the experimental plot in Donetsk, we assessed the viability of the examined *T. cordata* specimens. Under conditions of high anthropogenic pressure in the model area, the majority of the examined trees (61,64%) were in a weakened state (2 points), while 32,88% of the examined trees were severely weakened (3 points), 2,74% were dying (4 points), and 1,37% were deadwood (5 points). Only 1,37% of the stand had a viability rating of 1 (healthy plant). The overall weakening of the trees was manifested by multiple morphological defects in trunk development and wood defects. According to the developmental stability assessment scale, the integrated developmental stability indicator corresponded to class V, which corresponds to a high deviation from the conventional norm; the plants are in a state of ecological crisis.

*Keywords*: urban ecosystems; small-leaved linden; *Tilia cordata* Mill.; Donbass; Donetsk; viability of woody plants; anthropogenic pressure; landscaping; condition of urban green spaces.

## *Введение*

В условиях увеличения техногенных нагрузок зелёные пространства города выполняют незаменимую санитарно-гигиеническую функцию нейтрализации вредных последствий техногенного загрязнения для городского населения. Древесные растения задерживают пыль, концентрируют в листьях тяжёлые металлы, участвуют в формировании температурно-влажностных режимов и биотрансформируют сотни тысяч тонн загрязняющих веществ [1; 2]. Они оказывают воздействие на скорость движения воздушных потоков, снижают шумовую нагрузку от автомобилей и других источников вибрационно-акустического загрязнения [1; 3–7], а также влияют на уровень инсоляции поверхностей, участвуя в регуляции климата городской среды, снижая температуру под своим пологом в летний период на 4–6°C [8; 9]. Таким образом, экологическую, сельскохозяйственную и социальную роль зелёных насаждений невозможно переоценить.

Неблагоприятные факторы городской среды существенно влияют и на состояние древесных растений. Так, результатом продолжительного воздействия комплекса стрессовых факторов и высокой степени антропоген-

ной нагрузки становятся изменения морфологических, биомеханических и физиологических характеристик растительных организмов [3; 6; 10; 11]. Комплексное влияние абиотического и биотического стресса ведёт не только к потере декоративности деревьев, но и к угнетению их биологических функций [2; 12].

В связи с этим проблема подбора устойчивых пород древесных растений в целях восстановления дендроценозов промышленных городов в настоящее время стоит особенно остро. Даже виды растений, успешно интродуцированные ранее, в современных реалиях нуждаются в регулярном мониторинге, а вопрос выработки различных биохимических и физиологических адаптационных стратегий разных видов деревьев к условиям индустриальной среды представляет интерес во всем мире. По данным ряда исследований, к числу наиболее подходящих для посадки в условиях прогнозируемого будущего древесных растений относится липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) как ценная порода, часто используемая в программах городского озеленения [1; 12; 13].

*T. cordata* относится к породам, проявляющим высокую устойчивость к агрессивным факторам городской среды и активно используемым в разных климатических зонах Европы в целях озеленения городов, в том числе, промышленных. *T. cordata* широко распространена в городских насаждениях и парковых зонах, эффективна в одиночных и аллейных посадках [1; 10–13].

Деревья *T. cordata* обладают рядом преимуществ, которые и обусловили их востребованность в городском зелёном строительстве. Главными преимуществами *T. cordata*, в сравнении с другими популярными в озеленении видами, являются прежде всего их компактная крона, теневыносливость, ветроустойчивость, гипоаллергенность и толерантность к разной степени засоленности почвы [1; 12; 13]. По сравнению с прочими породами деревьев, *T. cordata* относительно устойчива к широкому спектру агрессивных факторов городской среды и редко подвержена болезням и вредителям, но часто страдает от засухи в сочетании с интенсивными антропогенными нагрузками, что может приводить к преждевременной дефолиации [10].

Немаловажную роль в популяризации *T. cordata* в озеленении сыграла и высокая декоративность растения, не зависящая от времени года. Кроме того, *T. cordata* широко используется в качестве растения-биоиндикатора, стабильность развития которого является чувствительным показателем состояния природных популяций и позволяет оценивать суммарную величину антропогенной нагрузки, которой подвергается как одиночное растение, так и группа растительных организмов, произрастающая на конкретной территории.

При этом, несмотря на широкий естественный ареал *T. cordata* и повсеместное использование в городском зелёном строительстве, биологические и экологические характеристики *T. cordata* в индустриальной среде с обширным комплексом антропогенных факторов изучены недостаточно и нуждаются в более глубоком и детальном анализе на уровне городских экосистем.

*Цель* данного исследования – диагностика состояния *T. cordata* и оценка стабильности роста и развития её насаждений в условиях крупного индустриального центра – г. Донецка.

## *Материалы и методы*

В качестве объекта исследования нами были выбраны линейные насаждения *T. cordata* (количество растений в выборке составило 73 дерева), произрастающие вдоль проспекта Ильича в г. Донецке (крупном промышленном центре). Территория обследования протяженностью 5 км берёт начало от площади Ленина в Ворошиловском районе и заканчивается вблизи путепровода, ведущего к диспетчерской станции «Мотель». Пиковое шумовое загрязнение на территории исследования в среднем находится в диапазоне 15–20%, а средние превышения составляют 17,6 ± 1,7% [14].

Материал был собран в августе 2025 г. после завершения активной вегетации и роста листовых пластинок, которые отбирали с нижней световой части кроны, отбраковывая поврежденные или деформированные листья, а также листья, отличающиеся по возрасту от основной выборки.

Материалом для изучения комплекса вредителей *T. cordata* на экспериментальной территории послужили полевые наблюдения и сборы в период с июня по ноябрь 2025 г. Экземпляры дендрофильных насекомых были собраны методом ручного сбора для дальнейшего изучения в лаборатории. Собранный материал хранится в личной коллекции авторов.

Оценку жизнеспособности древесных растений проводили по интегральной шкале В.А. Алексеева [15] с модификациями, внесёнными в целях оценки повреждений ствола и кроны. Согласно данной шкале, выделяются следующие категории: 1 балл – здоровое растение; 2 балла – ослабленное; 3 балла – сильно ослабленное; 4 балла – отмирающее; 5 баллов – сухостой. Для объективной оценки жизнеспособности древесных организмов мы принимали во внимание состояние кроны (морфология и степень развития листового аппарата, форма кроны, её плотность и архитектоника, наличие механических повреждений) и ствола (количество и масштабность повреждений и дефектов, заселенность членистоногими-вредителями и наличие признаков заболеваний) (табл. 1).

**Таблица 1** – Категории относительного жизненного состояния деревьев

| Категория дерева | Диагностические признаки | | | Индекс ОЖС (*Ln*) |
|---|---|---|---|---|
| | густота кроны | наличие сухих ветвей | степень повреждения листовых пластинок | |
| Здоровое (1 балл) | 85–100% | 0–15% | 0–10% | 80–100 |
| Ослабленное (2 балла) | 55–85% | 15–45% | 10–45% | 50–79 |
| Сильно ослабленное (3 балла) | 20–55% | 45–70% | 45–70% | 20–49 |
| Отмирающее (4 балла) | 0–20% | 70–100% | 70–100% | 5–19 |
| Сухостой (5 баллов) | 0% | 100% | нет листьев | <5 |

Относительное жизненное состояние насаждения оценивалось по формуле:

$$Ln = (100n_1 + 70n_2 + 40n_3 + 5n_4) / N,$$

где: $Ln$ – относительное жизненное состояние по числу деревьев; $n_1$ – количество здоровых деревьев на пробной площади; $n_2$, $n_3$, $n_4$ – то же для ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев соответственно; 100, 70, 40, 5 – коэффициенты, выражающие (%) относительное жизненное состояние здоровых, ослабленных, сильно ослабленных и отмирающих деревьев; $N$ – общее количество деревьев в пределах пробной площади [12].

Для оценки величины флуктуирующей асимметрии листовых пластинок, выбранной нами в качестве основного критерия оценки стабильности развития древесных растений, учитывали 5 морфологических признаков, представленных на рисунке 1 [16]. Коэффициент флуктуирующей асимметрии определяли по формуле, предложенной В.М. Захаровым с соавт. [17]. Полученные результаты среднего значения ФА для всех признаков листовой пластинки *T. cordata* использовали для оценки стабильности развития деревьев по 5-балльной шкале, представленной в таблице 2.

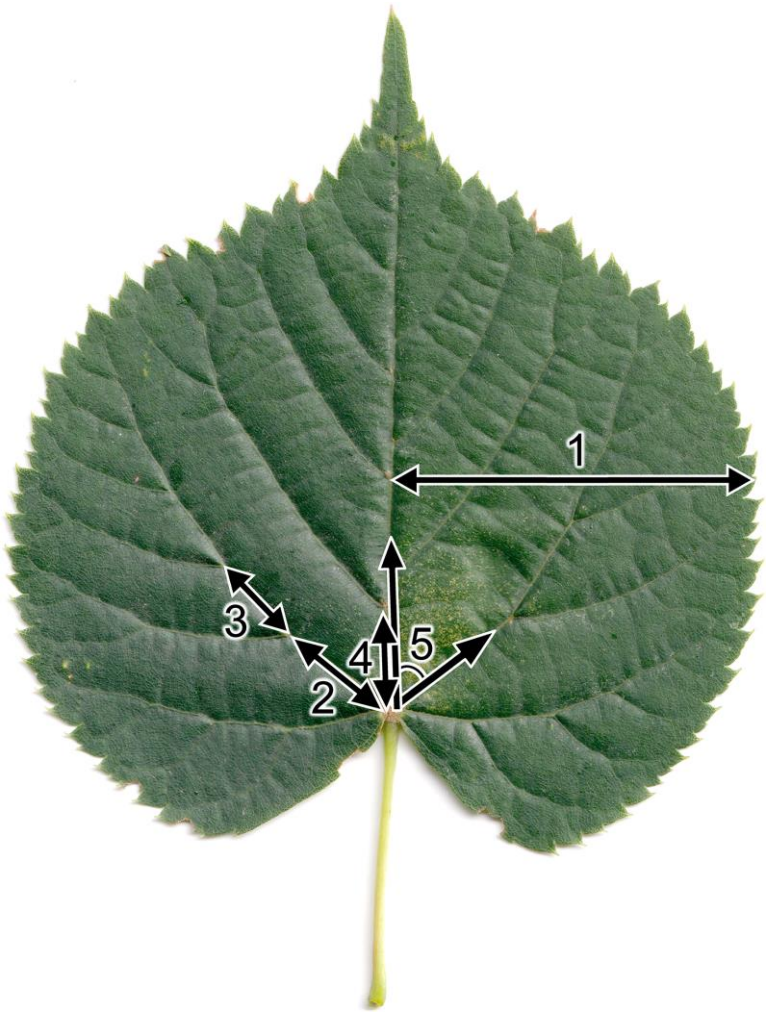


**Рисунок 1** – Схема морфологических признаков листа *T. cordata* при измерении флуктуирующей асимметрии листовых пластинок (измерения проводили с правой и левой сторон листовой пластинки).
*Примечания*: *1* – ширина середины листа;
*2* – расстояние между основаниями первой жилки первого порядка и второй жилки второго порядка;
*3* – расстояние между основаниями второй и третьей жилок второго порядка на первой жилке первого порядка;
*4* – расстояние между основаниями первой и второй жилок первого порядка;
*5* – угол между центральной и первой жилками [16]

**Таблица 2** – Шкала стабильности развития *T. cordata* [18, с. 40]

| Показатель стабильности развития, балл | Значение показателя ФА у *T. cordata* | Уровень стабильности развития |
|---|---|---|
| I | <0,02 | Условная норма |
| II | 0,02–0,045 | Слабое отклонение от стабильного развития |
| III | 0,045–0,065 | Нарушение стабильного развития |
| IV | 0,065–0,085 | Отклонение в стабильности развития |
| V | >0,085 | Высокое отклонение в стабильности развития |

Величина флуктуирующей асимметрии листа липы мелколистной рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на обеих сторонах листовой пластинки. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак, рассчитывающийся как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам, отнесенное к числу используемых признаков.

Разность между промерами слева (*L*) и справа (*R*) делят на сумму этих же промеров: $|L - R| / (L + R)$.

Для статистической обработки данных рассчитывались среднее арифметическое (*M*) и стандартная ошибка среднего (*m*). Использовались следующие формулы:

– среднее арифметическое: $M = (\sum x_i) / n$,

– стандартная ошибка среднего: $m = \sqrt{(\sum (x_i - M)^2 / (n(n - 1)))}$,

где $x_i$ – каждое отдельное значение выборки, $n$ – объём выборки (общее число измерений).

Общую площадь листовых пластинок и их морфометрические параметры оценивали в программе AxioVision Rel. 4.8. Для математической обработки данных применялось программное обеспечение Microsoft Office Excel 2010.

## *Результаты и обсуждение*

*T. cordata* естественно произрастает в Евразии, входит в состав природной флоры Донбасса, является основной породой второго яруса байрачных дубрав. Предпочитает богатые влажные почвы со слабокислой или нейтральной реакцией среды; выдерживает полутень, плохо переносит засуху. Корневая система глубокая; крона плотная, яйцевидная (в условиях отсутствия конкуренции шатровидная); установлено, что под её пологом существенно изменяется фитосреда и повышается микробиологическая активность почвы, что ускоряет разложение растительных остатков. *T. cordata* отличается большой устойчивостью к затоплениям и морозам, но из-за недостаточной упругости волокон древостои *T. cordata* особенно подвержены воздействию механических нагрузок, вызванных осадками, что осложняет поддержание собственного веса длинных скелетных ветвей, особенно в положении, близком к горизонтальному [10].

В отличие от естественных условий произрастания, в которых *T. cordata* достигает 20–30 м в высоту и доживает до 300–400 лет, в условиях критической степени антропогенной нагрузки промышленных центров Восточно-Европейской равнины высота лип не превышает 20 м, а критический возраст составляет лишь 60 лет [10; 13]. В условиях Донбасса механическая устойчивость характеризуется плотностью древесины 815 кг/м³. Модуль упругости в городе (3,13 ± 1,11 ГН/м²) выше, чем на фоновых территориях (2,1 ± 0,16 ГН/м²), что указывает на повышение жесткости и потерю эластичности древесины. В периоды летней засухи скелетные ветви становятся хрупкими (неспособными амортизировать нагрузки) и ломаются, что ведёт к изменению архитектоники кроны [19].

### *Дендрологические исследования*

В исследованных насаждениях г. Донецка, где представленность лип составляет около 2% всех древесных видов, используемых в озеленении города, преобладали деревья возрастной группы до 20 лет.

По результатам визуального осмотра деревьев *T. cordata*, произрастающих на экспериментальном участке, нами была оценена жизнеспособность рассмотренных экземпляров. Индекс относительного жизненного состояния древостоев ($Ln = (100 \times 1 + 70 \times 45 + 40 \times 24 + 5 \times 2) / 73$) составил 57,81, что соответствует 2 баллам по шкале категорий относительного жизненного состояния деревьев (древостой ослаблен (табл. 1)). В условиях высокой антропогенной нагрузки на модельной территории большая часть обследованных деревьев (61,64%) находилась в ослабленном состоянии (2 балла), 32,88% растений вида были сильно ослаблены (3 балла), 2,74% деревьев находились на стадии отмирания (4 балла), а 1,37% деревьев выборки составил сухостой (5 баллов). Лишь 1,37% древостоя характеризовался 1 баллом жизнеспособности (здоровое растение).

Общее ослабление древесных растений проявлялось во множественных морфологических дефектах развития ствола и пороках древесины (рис. 2). Среди них наиболее критичными и ускоряющими деградацию растения были многочисленные трещины, прорости и отслоение коры, которые нередко способствуют проникновению патогенных организмов в глубокие ткани растения и служат стартовой точкой развития ядровой гнили.

Таким образом, более чем на 90% обследованных деревьев фиксировались разные типы патологического разрастания тканей, что свидетельствует об ослабленном иммунитете растения, его неспособности противостоять патогенным грибам и о нарушениях в его развитии. Вторым по частоте встречаемости дефектом древесины ствола были многочисленные морозобойные и метиковые трещины, свидетельствующие о недостаточной адаптации *T. cordata* к меняющимся климатическим условиям региона.

На основании полученных данных и с учетом II класса возраста (жердняк) экспериментального древостоя, можно сделать предварительный вывод о том, что растения находятся в состоянии постоянного стресса, обусловленного активным движением транспорта и неблагоприятными климатическими условиями региона (тёплая зима 2024–2025 гг. и длительный засушливый летний период 2025 г., представляющие характерный цикл смены сезонов последнего десятилетия). Поскольку столь низкие показатели жизнеспособности для данной возрастной группы не характерны и являются прямым результатом продолжительного угнетающего воздействия на растительный организм комплекса неблагоприятных факторов, нами был проведён анализ стабильности развития *T. cordata* на данной территории.

Стабильность развития древесных растений оценивали посредством определения величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков (ФА) листовых пластинок [20] (табл. 3).

Среднее значение показателя ФА составило 0,086 ± 0,001 (приведены среднее арифметическое и стандартная ошибка среднего, $M \pm m$). По шкале оценки стабильности развития (табл. 2) величина интегрального показателя стабильности развития составила V баллов, что соответствует высокому отклонению от условной нормы; растения находятся в состоянии экологического кризиса. Уровень ФА свидетельствует о высокой степени нарушения в развитии растения, что может быть следствием как антропогенного влияния, так и естественных неблагоприятных воздействий (например, недостаточного увлажнения в летний период и др.).

Так как общее снижение показателей жизнеспособности и отклонение насаждений липы в развитии неизменно ведут к повышению уязвимости деревьев к проникновению патогенных организмов и вредителей, каждое дерево выборки было обследовано нами на предмет заражения членистоногими-фитофагами.

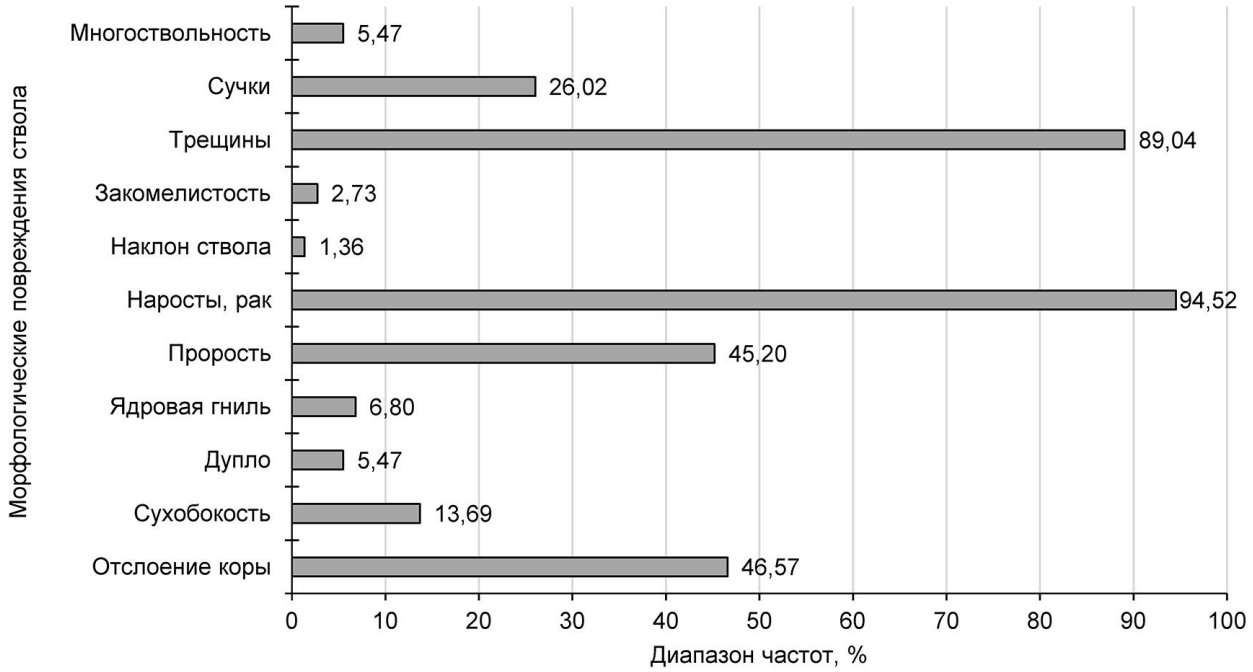


**Рисунок 2** – Частота встречаемости дефектов ствола деревьев *T. cordata*, произрастающих на экспериментальном участке (с учётом встречаемости на дереве более одного типа дефекта)

**Таблица 3** – Среднее значение промеров листовой пластинки *Tilia cordata* Mill.

| Признаки | | | | | Величина асимметрии листа |
|---|---|---|---|---|---|
| ширина середины листа | расстояние между основаниями первой жилки первого порядка и второй жилки второго порядка | расстояние между основаниями второй и третьей жилок второго порядка на первой жилке первого порядка | расстояние между основаниями первой и второй жилок первого порядка | угол между центральной и первой жилками | |
| 0,0578 | 0,1074 | 0,1310 | 0,0275 | 0,1101 | 0,0868 |

*Энтомологические исследования*

Принято считать, что липа редко в сильной степени повреждается фитофагами, однако в ряде случаев они могут формировать очаги массового размножения. По данным литературы, на разных видах лип, произрастающих на территории Восточно-Европейской равнины, встречается более 200 видов насекомых и растительноядных клещей, большая часть которых имеет локальное географическое распространение. Основных членистоногих-фитофагов липы можно категоризировать по повреждаемым ими органам растения: питающиеся на листьях и молодых побегах, питающиеся плодами, повреждающие ветви и стволы. По типу повреждения их классифицируют на грызущую, сосущую, минирующую и древоразрушающую группы [21; 22]. Как и в большинстве случаев с другими породами – как старовозрастные растения, так и экземпляры, ослабленные неблагоприятными условиями развития, в большей степени подвержены повреждению фитофагами, в отличие от молодых деревьев, произрастающих в экологически чистых условиях среды.

При целенаправленных обследованиях насаждений *T. cordata*, произрастающих вдоль автомагистрали с высокой степенью загруженности, на наличие членистоногих-вредителей, нами было выявлено 3 вида дендрофильных насекомых, преимущественно повреждающих листовой аппарат и молодые побеги растения.

Так, при сборе листовых пластинок *T. cordata* для расчёта ФА нами было отмечено, что на адаксиальной стороне листа у 13,7% обследуемых деревьев наблюдался ярко выраженный хлороз. При детальном рассмотрении собранного материала на абаксиальной стороне обнаруживались имагинальные особи грушевой кружевницы *Stephanitis pyri* (Fabricius, 1775), чёрные экскременты клопов и экзувии личинок (рис. 3). Грушевая кружевница обитает на юго-востоке Европы, массово питаясь на плодовых культурах и лиственных древесных породах (дуб, вяз, липа и др.). Личинки и имаго грушевой кружевницы питаются соком листовых пластинок кормовых пород, вследствие чего на поврежденных вредителем местах образуются хлоротичные пятна [21]. Зачастую вред, наносимый клопом, невелик, но в совокупности с высокой антропогенной нагрузкой и меняющимися климатическими условиями региона деградация хлорофилла и заселенность древесного растения насекомыми-вредителями может значительно угнетать его развитие, снижая жизнеспособность и ухудшая эстетический вид.

Вторым видом дендрофильных насекомых, повреждающих экспериментальный древостой, был инвазивный для региона липовый клоп *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787). В древесных насаждениях г. Донецка липовый клоп достигает значительной численности (от 0,5 тыс. до 3 тыс. особей в отдельных скоплениях) (рис. 4). В однорядном насаждении *T. cordata* на модельном участке доля деревьев со сплошными скоплениями клопов составила 93% от общего числа растений в выборке. Количество колоний на одном дереве варьировало от 1 до 4. Активная экспансия *O. lavaterae* на юго-востоке Европы фиксируется на протяжении последних пяти лет [23–27]; впервые липовый клоп был обнаружен 9 апреля 2020 г. в Нижнегорском районе Крыма, в апреле 2020 г. скопления клопов регистрировались на стволах липы, а в ноябре того же года – на гибискусах в ботаническом саду им. Н.В. Багрова [28].

Единственными представителями надсемейства Aphidoidea, питающимися на листьях *T. cordata* на экспериментальном участке, были особи вида *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus, 1758), которые располагались с нижней стороны листовых пластинок. *E. tiliae* – немигрирующий монофаг, чье питание на листьях липы приводит к хлорозу, а сладкие выделения тли (падь) служат питательной средой для размножения сажистых грибков, что, в случае массового размножения насекомого, может привести к значительной потере декоративности городских насаждений липы [22]. Среднее количество особей *E. tiliae* на листе было рассчитано из их количества на 40 произвольно выбранных листовых пластинках (по 10 с каждой стороны), отдельно для каждого из поврежденных деревьев (17% деревьев экспериментальной выборки). В среднем количество *E. tiliae* на лист составило от 3 до 10 особей разного возраста. Согласно данным литературы, развитие тли продолжается с 3-й декады мая до середины сентября, наибольший ущерб деревьям насекомые наносят во 2-й половине лета [22], однако на исследуемой территории сильного повреждения липы *E. tiliae* в этот период и далее нами не отмечалось.

**Рисунок 3** – Листовая пластинка *T. cordata* с имагинальными особями *Stephanitis pyri* и чёрными экскрементами клопов на абаксиальной и хлорозом на адаксиальной стороне листа

**Рисунок 4** – Скопления клопов на *T. cordata* (13.11.2025)

*Заключение*

Комплексная оценка состояния насаждений *T. cordata* в условиях крупного индустриального центра (г. Донецк) выявила устойчивое угнетение древостоев под влиянием интенсивной техногенной и климатической нагрузки. Это проявляется в снижении жизнеспособности и росте доли ослабленных и отмирающих растений.

Механизм деградации обусловлен преимущественно ослаблением механических тканей древесины под действием вибрационно-акустических и климатических стрессоров. Это провоцирует образование многочисленных трещин и отслоение коры, создавая условия для проникновения патогенов и снижения общего иммунитета растений. Индекс относительного жизненного состояния обследованного древостоя составил 57,81, что характеризует насаждение как ослабленное (2 балла).

Стабильность развития *T. cordata* на экспериментальной территории достигла V баллов, что соответствует высокому отклонению от условной нормы и указывает на состояние экологического кризиса. Ослабление иммунитета деревьев подтверждается высокой фитофаговой нагрузкой, поражающей как стволы (заселение инвазивным клопом *Oxycarenus lavaterae* отмечено на 93% деревьев), так и листовой аппарат (повреждён *Stephanitis pyri* и *Eucallipterus tiliae*).

Таким образом, в условиях глобальной трансформации климата и жесткого антропогенного прессинга промышленного города *T. cordata* в значительной степени теряет свою устойчивость, становясь уязвимой для патогенных организмов и новых видов насекомых-фитофагов. Полученные результаты не только диагностируют критическое состояние одного из ключевых видов городского озеленения, но и обосновывают необходимость оптимизации ассортимента древесных пород и разработки адаптированных приёмов ухода за насаждениями в промышленных центрах.

**Список источников:**

1. Гизатуллина Г.И. Лесоводственно-экологическая характеристика насаждений общего пользования в г. Уфе: автореф. дис. … канд. с/х. наук: 06.03.02. Уфа, 2018. 23 с.

2. Strohbach M.W., Haase D. Above-ground carbon storage by urban trees in Leipzig, Germany: analysis of patterns in a European city // Landscape and Urban Planning. 2012. Vol. 104, iss. 1. P. 95–104. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.10.001.

3. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Влияние природно-климатических факторов на механическую устойчивость и аварийность деревьев берёзы повислой в г. Донецке // Лесоведение. 2022. № 3. С. 321–334.

4. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Механическая устойчивость можжевельника виргинского в условиях степной зоны Восточно-Европейской равнины // Лесоведение. 2024. № 1. С. 70–78. DOI: 10.31857/s0024114824010084.

5. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Экологическое значение биомеханических свойств древесных растений на примере *Juniperus virginiana* L. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2018. № 1. С. 97–103.

6. Корниенко В.О. Ретроспективный анализ антропогенного загрязнения города Донецка. Вибрационно-акустическое зашумление // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2024. № 1. С. 93–100. DOI: 10.5281/zenodo.12532574.

7. Нецветов М.В., Хиженков П.К., Суслова Е.П. Введение в вибрационную экологию. Донецк: Вебер, 2009. 164 с.

8. Rahman M.A., Moser A., Rötzer Th., Pauleit S. Within canopy temperature differences and cooling ability of *Tilia cordata* trees grown in urban conditions // Building and Environment. 2017. Vol. 114. P. 118–128. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.12.013.

9. Rahman M.A., Moser A., Anderson M., Zhang C., Rötzer Th., Pauleit S. Comparing the infiltration potentials of soils beneath the canopies of two contrasting urban tree species // Urban Forestry & Urban Greening. 2019. Vol. 38. P. 22–32. DOI: 10.1016/j.ufug.2018.11.002.

10. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Механическая устойчивость древесных пород и рекомендации по предотвращению их аварийности в городских насаждениях: монография / под ред. С.А. Приходько. Воронеж: Роза ветров, 2018. 92 с.

11. Корниенко В.О., Яицкий А.С. Жизнеспособность древесных растений в условиях зашумления городской территории (на примере г. Донецка) // Естественные и технические науки. 2022. № 12 (175). С. 166–170.

12. Бурняшев А.О., Зайцев Г.А. Динамика изменения жизненного состояния липы мелколистной в пределах крупных промышленных центров Липецкой области // Агропромышленные технологии Центральной России. 2024. № 3 (33). С. 110–119.

13. Байтурина Р.Р., Габделхаков А.К., Салимьянова Л.Р. Влияние микроклиматических городских условий на рост *Tilia cordata* Mill. (на примере г. Уфы) // Лесотехнический журнал. 2023. Т. 13, № 1 (49). С. 54–66. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2023.1/4.

14. Kornienko V., Reuckaya V., Shkirenko A., Meskhi B., Olshevskaya A., Odabashyan M., Shevchenko V., Teplyakova S. Silvicultural and ecological characteristics of *Populus bolleana* Lauche as a key introduced species in the urban dendroflora of industrial cities // Plants. 2025. Vol. 14, iss. 13. Art. 2052. DOI: 10.3390/plants14132052.

15. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. № 4. С. 51–57.

16. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М.: Центр экологической политики России, 2001. 148 с.

17. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В., Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика оценки. М.: ЦЭПР, 2000. 68 с.

18. Баранов С.Г., Бурдакова Н.Е. Оценка стабильности развития. Методические подходы. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2015. 72 с.

19. Корниенко В.О., Калаев В.Н. Эколого-биологические особенности и механическая устойчивость древесных растений, используемых в озеленении города Донецка: монография. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2021. 107 с.

20. Кольченко О.Р., Корниенко В.О. Методический подход к оценке флуктуирующей асимметрии клена остролистного (*Acer platanoides* L.) в условиях г. Донецка // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. 2019. № 1. С. 107–114.

21. Гниненко Ю.И., Налепин В.П. Грушевая кружевница *Stephanitis pyri* Fabricius, 1775 (Hemiptera–Heteroptera, Tingidae) – вспышка массового размножения // Лесохозяйственная информация. 2023. № 3. С. 77–84. DOI: 10.24419/lhi.2304-3083.2023.3.05.

22. Прокопович Т.В., Каплич В.М., Войтка Д.В. Эффективность биологических и химических препаратов против липовой тли (*Eucallipterus tiliae* L.) в условиях городского ландшафта // Труды БГТУ. Серия 1. Лесное хозяйство. 2010. Вып. 18. С. 316–320.

23. Нейморовец В.В., Щуров В.И., Замотайлов А.С. Сообщение о находках клопа *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) в России // Энтомологическое обозрение. 2020. Т. 99, № 2. С. 330–338. DOI: 10.31857/s0367144520020094.

24. Шаповалов М.И., Сапрыкин М.А., Бородин А.Д. Инвазивный клоп *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Hemiptera: Heteroptera: Oxycarenidae): морфология, биология, новые находки в регионах Юга России // Экосистемы. 2025. № 43. С. 34–42.

25. Щуров В.И., Замотайлов А.С. Развитие инвазии *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) на Северо-Западном Кавказе // Фитосанитария. Карантин растений. 2024. S1 (18). С. 90–91.

26. Щуров В.И., Табачникова Е.В., Замотайлов А.С., Белый А.И. Новые находки инвазивного клопа *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) (Heteroptera, Lygaeidae) из Краснодарского края // Современное состояние и перспективы сохранения биоресурсов: глобальные и региональные процессы: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Майкоп, 15 декабря 2021 г.). Майкоп, 2021. С. 176–187.

27. *Oxycarenus lavaterae* (Fabricius, 1787) [Internet] // Global Biodiversity Information Facility. https://gbif.org/species/4486243.

28. Стрюкова Н.М., Стрюков А.А. Новые данные об инвазивных насекомых в Республике Крым // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2020. № 4 (157). С. 56–66. DOI: 10.36305/2712-7788-2020-4-157-56-66.

***Работа выполнена в рамках государственного задания Донецкого государственного университета «Диагностика и механизмы адаптации природных и антропогенно-трансформированных экосистем Донбасса» (FRRE-2024-0018).***

| Информация об авторе(-ах): | Information about the author(-s): |
|---|---|
| **Корниенко Владимир Олегович**, кандидат биологических наук, заведующий научно-исследовательской частью, доцент кафедры физиологии и биофизики; Донецкий государственный университет (г. Донецк, Россия). E-mail: kornienkovo@mail.ru. | **Kornienko Vladimir Olegovich**, candidate of biological sciences, head of Research Department, associate professor of Physiology and Biophysics Department; Donetsk State University (Donetsk, Russia). E-mail: kornienkovo@mail.ru. |
| **Джантимирова Александра Александровна**, стажер-исследователь научно-исследовательской лаборатории мониторинга и прогнозирования экосистем Донбасса; Донецкий государственный университет (г. Донецк, Россия). E-mail: a.djantimirova@mail.ru. | **Dzhantimirova Alexandra Alexandrovna**, intern researcher of Scientific Research Laboratory for Monitoring and Forecasting of Donbass Ecosystems; Donetsk State University (Donetsk, Russia). E-mail: a.djantimirova@mail.ru. |
| **Яицкий Андрей Степанович**, старший преподаватель кафедры биологии, экологии и методики обучения; Самарский государственный социально-педагогический университет (г. Самара, Россия). E-mail: yaitsky@sgspu.ru. | **Yaitsky Andrey Stepanovich**, senior lecturer of Biology, Ecology and Methods of Teaching Department; Samara State University of Social Sciences and Education (Samara, Russia). E-mail: yaitsky@sgspu.ru. |

**Для цитирования:**

Корниенко В.О., Джантимирова А.А., Яицкий А.С. Оценка устойчивости деревьев *Tilia cordata* Mill. в условиях урбанизированной среды г. Донецка // Самарский научный вестник. 2026. Т. 15, № 2. С. 66–74. DOI: 10.55355/snv2026152108.