

DOI: 10.31509/2658-607x-202582-165
УДК 582.931:504.064.3

ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АССИМЕТРИЯ ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИНОК ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТВАЛАХ ДОНБАССА

© 2025 Д. А. Достовалова^{1*}, А. З. Глухов¹, Н. С. Подгородецкий²

¹ФГБНУ Донецкий ботанический сад,
Россия, 283023 ДНР, г. Донецк, пр. Ильича, 110

²ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства
и архитектуры»

*E-mail: dasha.dostovalova1997@mail.ru

Поступила в редакцию: 13.01.2025

После рецензирования: 17.02.2025

Принята к печати: 25.03.2025

В работе оценена флуктуирующая асимметрия листовых пластинок некоторых наиболее часто встречающихся древесных растений озелененных и самозаросших отвалов Донбасса. В качестве модельных выбраны следующие породные отвалы шахт Донецко-Макеевской городской агломерации: озелененный отвал бывшей шахты (ш.) 6/14 (Червоногвардейский район, г. Макеевка), озелененный отвал ш. 5/6 им. Димитрова (Калининский район, г. Донецк), озелененный отвал ш. Заперевальная (Буденновский район, г. Донецк) и самозаросший отвал ш. 9 Капитальная (Пролетарский район, г. Донецк). Пробы растительного материала отбирали в несколько этапов в июне, июле и августе 2024 года в пределах определенной площадки (около 25 м²), с высоты 1.5-2 м в 10 кратной повторности в соответствии с установленной методикой на отвалах и в пределах их санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Исследуемые виды деревьев – *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Juglans regia* и *Robinia pseudoacacia*. Число проб для каждого вида составило 10 листьев с 1 дерева на отвале и 10 листьев с 1 дерева в пределах СЗЗ. Биомониторинг насаждений по площади и флуктуирующей асимметрии листовых пластинок древесных растений проведен по методике В. М. Захарова и др. Всего измерено 320 листьев, собранных на отвалах и в пределах СЗЗ. Авторами применялась система промеров листа у растений с билатерально симметричными листьями. Состояние *Robinia pseudoacacia* на отвалах оценивается как существенное отклонение от нормы, а в пределах санитарно-защитной зоны наблюдаются вполне благоприятные условия для произрастания. *Acer negundo*, *Acer platanoides* и *Juglans regia* как на отвалах, так и в санитарно-защитной зоне находятся в критичес-

ки угнетенном состоянии. Метод флуктуирующей асимметрии может быть использован при оценке качества окружающей среды и пригодности ее для произрастания растительности. По результатам исследований на шахтных породных отвалах наиболее оптимальными условия для произрастания являются для *Robinia pseudoacacia*. Тем не менее состояние древесных растений говорит о критической нагрузке на окружающую среду в зоне расположения породных отвалов, оказывающей негативное воздействие на все живые организмы.

Ключевые слова: шахтный породный отвал, стабильность развития, *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Juglans regia*, *Robinia pseudoacacia*

В последние десятилетия все большее значение приобретают вопросы обеспечения качества жизни, основанные на улучшении экологической обстановки (Качество жизни в XXI веке..., 2014а, 2014б; Азаренков и др., 2017). В таком индустриально-развитом регионе как Донбасс, очень сложно создать благоприятную для населения экологическую среду. Последнее связано с аэропром-выбросами промышленных предприятий, автотранспорта, коммунального хозяйства и так далее. При разработке системы мероприятий, направленных на улучшение экологической обстановки, очень важно осуществлять экологический мониторинг на разном удалении от промышленных предприятий. Особо следует отметить, что для общественности имеет принципиальное значение наличие такого метода индикации состояния окружающей среды, который не требовал бы сложного дорогостоящего оборудования. Предъявляемым требованиям

вполне соответствует метод флуктуирующей асимметрии, основанный на фиксации небольших случайных различий от двусторонней симметрии организмов или их частей (Залесов и др., 2014).

Промышленные породные отвалы представляют реальную экологическую опасность для окружающей среды и здоровья людей. На сегодняшний день существует два способа борьбы с этой опасностью: полная ликвидация породных отвалов путем утилизации их породы и фиторекультивация – уменьшение существующей опасности отвалов путем создания на них растительных насаждений. Однако известно, что со временем практически любой породный отвал начинает зарастать сам по себе.

По данным Министерства угля и энергетики ДНР на территории Республики насчитывается около 800 породных отвалов, часть из которых расположены на административных территориях городов Донецк (144), Макеевка (118), Шахтерск

(69) и Торез (67). Техногенная нагрузка в Донбассе в 5-10 раз выше средней. Общая площадь техногенных объектов на территории некоторых городов области достигает 10% и более от их площади.

Рост напряженности во взаимоотношениях между растительным организмом и окружающей средой приводит к дестабилизации онтогенеза, что проявляется, в том числе, в нарушении равновесия в морфологической структуре популяции: увеличении доли нежизнеспособных морфотипов и уровня флуктуирующей асимметрии. Таким образом, городские популяции растений могут служить моделью, иллюстрирующей различия в процессах, происходящих в природе в оптимальной и пессимальной зонах. Повышенные энергетические затраты, направляемые на воспроизводство, способствуют выживанию популяции, но увеличивают давление, испытываемое особью, что усиливает дестабилизацию онтогенеза, тем самым увеличивая долю особей с пониженной жизнеспособностью, что, в свою очередь, негативно сказывается на воспроизводстве популяции (Turmukhameyova, Shadrina, 2020).

Флуктуирующая асимметрия (ФА) представляет собой незначительные различия между левой и правой сторонами и является результатом ошибок в ходе индивидуального развития ор-

ганизма. Даже незначительные отклонения параметров окружающей среды фиксирует показатель ФА. При удовлетворительном состоянии окружающей среды различие между правой и левой сторонами минимальный. С ростом загрязнения окружающей среды растет и показатель ФА (Захаров и др., 2000).

В значение интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листовых пластинок различные признаки вносят различный долевого вклад: максимальное долевого участие в результирующее значение вносят флуктуации значений угла, образованного первой и второй жилками листовой пластинки (Глухов и др., 2011).

Важными способствующими факторами являются: климат, биотопические условия, широта и высота местности над уровнем моря. Повышение уровня ФА обычно наблюдается на экологической периферии ареала в условиях недостаточного освещения или избыточного увлажнения почвы, а также на бедных каменистых почвах. В условиях резко континентального климата на устойчивость развития лиственных деревьев в наибольшей степени влияют продолжительность вегетационного периода, сумма эффективных температур выше +5°C и условия теплого сезона (Shadrina et al., 2023).

Ширина левой и правой половин

листа, длина жилки второго порядка, второй от основания листа и угол между главной жилкой и второй жилкой от основания являются наиболее стабильными показателями ассиметрии листовой пластинки. В связи с тем, что на повышение уровня ФА влияют стрессовые факторы, вызванные не только загрязнением, методология оценки качества окружающей среды по изменяющейся ассиметрии листьев должна быть подкреплена дополнительными исследованиями (Saltan et al., 2020).

Преимуществами метода ФА является относительно низкая стоимость исследований, высокая скорость получения информации и возможность охарактеризовать состояние окружающей среды за длительный период времени (Kuhar, Avdeeva, 2021).

Целью исследования является оценка флуктуирующей ассиметрии листовых пластинок некоторых наиболее часто встречающихся древесных растений озелененных и самозаросших отвалов Донбасса.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве модельных выбраны следующие породные отвалы шахт Донецко-Макеевской городской агломерации: озелененный отвал бывшей шахты (ш.) 6/14 (Червоногвардейский район,

г. Макеевка), озелененный отвал ш. 5/6 им. Димитрова (Калининский район, г. Донецк), озелененный отвал ш. Заперевальная (Буденновский район, г. Донецк) и самозаросший отвал ш. № 9 Капитальная (Пролетарский район, г. Донецк).

Отвалы на данный момент являются потухшими без имеющихся очагов горения. Возраст отвалов примерно одинаковый – 45–60 лет. Температура в летний сезон в тени и под кронами деревьев составляет 20–22 °С, на местах попадания солнечных лучей – до 30 °С (замеры проводились авторами в мае 2024 года). Порода на отвалах слабовыветренная, состоит из обломков породы разных размеров. Содержание фракции менее 1 мм от 11 до 27%. Отвалы находятся в стадии окисления и массового поселения растений.

Отвал ш. 5/6 имеет наибольший возраст среди исследованных отвалов (57 лет) с окончания эксплуатации, что предположительно и обуславливает самые низкие показатели запыленности ввиду максимальной выветренности породы. Отвал ш. Заперевальная заселен растениями только на половину, верхняя часть его является окисляемой и перегоревшей, возможно это влияет на высокий уровень пыли на листьях растений, находящихся на уровнях ниже. Отвал ш. 6/14 также имеет окаменевшие остатки перегоревшей породы. Отвал ш. 9 Капи-

тальная является практически полностью заросшим, но фракция на многих участках представляет собой в большей степени породу, чем почвенный субстрат.

К числу наиболее характерных и встречаемых аборигенных и самозаносных видов древесных растений, произрастающих на отвалах и изученных в настоящем исследовании относятся: *Acer negundo* L., *Acer platanoides* L., *Juglans regia* L. и *Robinia pseudoacacia* L.

Пробы растительного материала отбирали в несколько этапов в июне, июле и августе 2024 года в пределах

ности в соответствии с установленной методикой на отвалах и в пределах их санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Исследуемыми древесными видами для отвалов являлись *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Juglans regia* и *Robinia pseudoacacia*. Число проб для каждого вида составило 10 листьев с 1 дерева на отвале и 10 листьев с 1 дерева в пределах СЗЗ.

Биомониторинг насаждений по площади и флуктуирующей асимметрии листовых пластинок древесных растений проведен по методике В. М. Захарова и др. (2000). Всего измерено

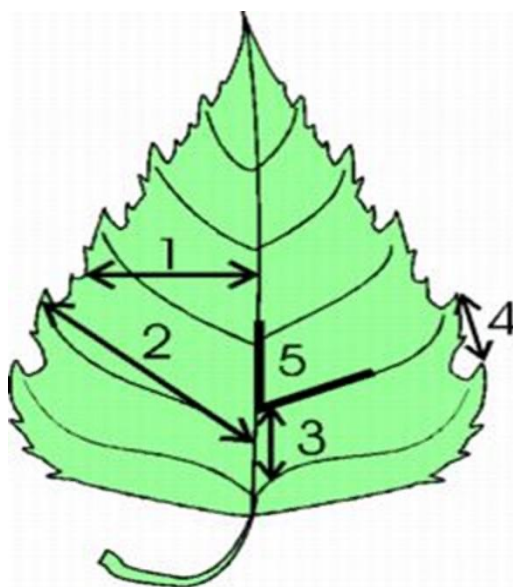


Рисунок 1. Схема морфологических признаков для оценки стабильности развития растения (Захаров и др., 2000).

1-5 – промеры листа: 1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка

определенной площадки (около 25 м²), с высоты 1.5-2 м в 10 кратной повтор-

320 листьев, собранных на отвалах и в пределах СЗЗ. Авторы применяли си-

стему промеров листа у растений с билатерально симметричными листьями. Показатели 1–4 измеряли штангенциркулем-измерителем, угол между жилками – транспортиром (схема на рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе статистической обработки результатов исследований установлено, что для *Robinia pseudoacacia* показатель ассиметрии листа на отвалах в среднем составляет 0.05 (стандартное отклонение составляет 0.029), а в пределах СЗЗ – 0.04 (стандартное отклонение составляет 0.028). Разность между двумя средними значениями этих двух зависимых групп составляет 0.012 (стандартное отклонение – 0.018). Значение t-критерия Стьюдента составляет 1.32. Различия в процентном количестве оседаемой пыли на отвале и СЗЗ статистически достоверны на более низком уровне значимости ($p = 0.28$).

Для *Acer negundo* показатель ассиметрии листа на отвалах в среднем составляет 0.12 (стандартное отклонение составляет 0.06), а в пределах СЗЗ – 0.11 (стандартное отклонение составляет 0.07). Разность между двумя средними значениями этих двух зависимых групп составляет 0.005 (стандартное отклонение – 0.02). Значение t-критерия Стьюдента составляет 0.48. Различия в про-

центном количестве оседаемой пыли на отвале и СЗЗ статистически достоверны на низком уровне значимости ($p = 0.66$). Для *Acer platanoides* показатель ассиметрии листа на отвалах в среднем составляет 0.09 (стандартное отклонение составляет 0.02), а в пределах СЗЗ – 0.07 (стандартное отклонение составляет 0.018). Разность между двумя средними значениями этих двух зависимых групп составляет 0.016 (стандартное отклонение – 0.018). Значение t-критерия Стьюдента составляет 1.8. Различия в процентном количестве оседаемой пыли на отвале и СЗЗ статистически достоверны на низком уровне значимости ($p = 0.17$). Для *Juglans regia* показатель ассиметрии листа на отвалах в среднем составляет 0.12 (стандартное отклонение составляет 0.077), а в пределах СЗЗ – 0.11 (стандартное отклонение составляет 0.075). Разность между двумя средними значениями этих двух зависимых групп составляет 0.0075 (стандартное отклонение – 0.005). Значение t-критерия Стьюдента составляет 3. Различия в процентном количестве оседаемой пыли на отвале и СЗЗ статистически достоверны на высоком уровне значимости ($p = 0.058$).

Результаты исследований представлены в таблицах 1–4. Близкое расположение автомагистралей и промышленных предпри-

Таблица 1. Результаты определения флуктуирующей асимметрии *Robinia pseudoacacia*

Отвал	Показатель асимметрии на отвале	Показатель асимметрии в СЗЗ
Ш. 6/14	0.02	0.02
Ш. 5/6	0.04	0.04
Ш. Заперевальная	0.06	0.02
Ш. № 9 Капитальная	0.09	0.08

Таблица 2. Результаты определения флуктуирующей асимметрии *Acer negundo*

Отвал	Показатель асимметрии на отвале	Показатель асимметрии в СЗЗ
Ш. 6/14	0.10	0.12
Ш. 5/6	0.06	0.05
Ш. Заперевальная	0.20	0.20
Ш. № 9 Капитальная	0.10	0.07

Таблица 3. Результаты определения флуктуирующей асимметрии *Acer platanoides*

Отвал	Показатель асимметрии на отвале	Показатель асимметрии в СЗЗ
Ш. 6/14	0.06	0.06
Ш. 5/6	0.10	0.06
Ш. Заперевальная	0.11	0.09
Ш. № 9 Капитальная	0.09	0.09

Таблица 4. Результаты определения флуктуирующей асимметрии *Juglans regia*

Отвал	Показатель асимметрии на отвале	Показатель асимметрии в СЗЗ
Ш. 6/14	0.23	0.22
Ш. 5/6	0.09	0.08
Ш. Заперевальная	0.07	0.06
Ш. № 9 Капитальная	0.07	0.07

ятий может способствовать высокому варьированию показателей и оказывать сопутствующее влияние на растения породных отвалов, но прослеживается четкое снижение коэффициента асимметрии листовых пластинок в СЗЗ по сравнению с растениями, произрастающими непосредственно на отвалах. В таблице 5 приведена шкала оценки отклонений состояния растения от условной нормы в зависимости от показателя флуктуирующей асимметрии (Захаров и др., 2000).

Для оценки степени нарушения стабильности развития удобно ис-

сительного различия на признак), соответствующие первому баллу, наблюдаются, обычно, в выборках растений из благоприятных условий произрастания, например, из природных заповедников. Пятый балл — критическое значение, такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии.

Значения показателя асимметрии, соответствующие третьему и четвертому баллам, обычно наблюдаются в загрязненных районах.

Таблица 5. Шкала оценки отклонений состояния растительного организма от условной нормы (Захаров и др., 2000)

Балл	Величина показателя флуктуирующей асимметрии	Показатель асимметрии в СЗЗ
I	<0.040	Условная норма (благоприятные условия произрастания)
II	$0.040 - 0.044$	Слабое влияние неблагоприятных факторов, незначительные отклонения от нормы
III	$0.045 - 0.049$	Средний уровень отклонений от нормы
IV	$0.050 - 0.054$	Существенные отклонения от нормы
V	>0.054	Критическое значение (растения находятся в угнетенном состоянии)

пользовать пятибалльную оценку. Первый балл шкалы — условная норма. Значения интегрального показателя асимметрии (величина среднего отно-

В лучшем состоянии *Robinia pseudoacacia* находится на отвале ш. 6/14 – показатель асимметрии 0.02, как и в СЗЗ (условная норма), в худшем – на от-

вале ш. 9 Капитальная и в пределах его СЗЗ (0.08 – 0.09 – критическое значение).

Acer negundo в лучшем состоянии находится в СЗЗ отвала ш. 5/6 – показатель ассиметрии 0.05 – существенные отклонения от нормы, в худшем – на отвале ш. Заперевальная и в пределах его СЗЗ (0.20 – критическое значение).

В лучшем состоянии *Acer platanoides* находится на отвале 6/14 – показатель ассиметрии 0.06, как и в СЗЗ, в худшем – на отвале ш. Заперевальная и в пределах его СЗЗ (0.11-0.09 – критическое значение).

Juglans regia в лучшем состоянии находится на отвале ш. Заперевальная – показатель ассиметрии 0.06 на отвале и 0.07 в СЗЗ, в худшем – на отвале ш. 6/14 и в пределах его СЗЗ (0.22-0.23 – критическое значение).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, состояние *Robinia pseudoacacia* на отвале оценивается как существенное отклонение от нормы, а в пределах СЗЗ наблюдаются вполне благоприятные условия для произрастания. *Acer negundo*, *Acer platanoides* и *Juglans regia* как на отвалах, так и в СЗЗ находятся в критическом угнетенном состоянии. Метод флуктуирующей ассиметрии может быть использован при оценке качества окружающей среды и пригодности

ее для произрастания растительности. По результатам исследований на шахтных породных отвалах наиболее оптимальными условия для произрастания являются для *Robinia pseudoacacia*. Тем не менее состояние древесных растений говорит о критической нагрузке на окружающую среду в зоне расположения породных отвалов, оказывающей негативное воздействие на все живые организмы.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ Донецкий ботанический сад по теме «Классификация почвенно-растительного покрова с помощью методов дистанционного зондирования Земли» (Регистрационный № 124101500495-0).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Азаренков Л. С., Астратова Г. В., Силин Я. П., Акыбаева Г. С., Алешин Д. В., ..., & Яковлев Г. И. Жилищно-коммунальное хозяйство и качество жизни в XXI веке: экономические модели, новые технологии и практики управления: коллективная монография / Отв. ред. Е. Б. Дворянкина. Москва, Екатеринбург: изд. Центр «Науковедение», 2017. 600 с.
- Глухов А. З., Штирц Ю. А., Демкович А. Е., Жуков С. П. Оценка проявления флук-

тулирующей асимметрии билатеральных признаков листовой пластинки *Acer pseudoplatanus* L. в условиях придорожных экосистем промышленного города (на примере г. Донецка) // Промышленная ботаника. 2011. № 11. С. 90–96.

Залесов С. В., Азбаев Б. О., Белов Л. А., Суюндиков Ж. О., Залесова Е. С., Оплетаетев А. С. Использование показателей флуктуирующей асимметрии березы повислой для оценки ее состояния // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. С. 742–742.

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.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
Качество жизни в XXI веке: тенденции, проблемы, перспективы / Под общей и науч. редакцией Г. В. Астратовой. Сургут. 2014а. 412 с.

Качество жизни в XXI веке: актуальные проблемы и перспективы / Под общей и науч. редакцией Г. В. Астратовой. Екатеринбург: Изд-во ГК «Стратегия позитива», 2014б. 542 с.

Kuhar I., Avdeeva E. Research and Analysis of the State and Development of Woody Plants in The Squares of the City of Krasnoyarsk // IOP Conference Series:

Materials Science and Engineering. 2021. Vol. 1079. No. 5. Article 052003.

Saltan N., Svyatkovskaya E., Trostenyuk N. Fluctuating Asymmetry of Leaves of *Betula pubescens* Ehrh. for Assessment of Pollution of the Urban Environment of the Kola North // KnE Life Sciences, 2020. P. 37–43.

Shadrina E., Soldatova V., Turmukhamedova N. Fluctuating Asymmetry as a Measure of Stress in Natural Populations of Woody Plants: Influence of Ecological and Geographical Factors on Developmental Stability // Symmetry. 2023. Vol. 15. No. 3. Article 700. DOI: 10.3390/sym15030700

Turmukhametova N., Shadrina E. Changes in the Fluctuating Asymmetry of the Leaf and Reproductive Capacity of *Betula pendula* Roth Reflect Pessimization of Anthropogenically Transformed Environment // Symmetry. 2020. No. 12. Article 1970. DOI: 10.3390/sym12121970

REFERENCES

Azarenkov L. S., Astratova G. V., Silin Ya. P., Akybaeva G. S., Aleshin D. V., ..., & Yakovlev G. I., *Zhilishchno-kommunal'noe hozyajstvo i kachestvo zhizni v XXI veke: ekonomicheskie modeli, novyeologii i praktiki upravleniya: kollektivnaya monografiya* (Housing and communal

services and quality of life in the XII century: economic models, new technologies and management practices: collective monograph), E. B. Dvoryadkina (ed.), Moscow-Ekaterinburg: «Naukovedenie», 2017, 600 p.

Glukhov A. Z., Stirts Yu. A., Demkovich A. E., Zhukov S. P., Ocenka proyavleniya fluktuiruyushchej asimmetrii bilateral'nyh priznakov listovoj plastinki *Aser pseudo-platanus* L. v usloviyah pridorozhnyh ekosistem promyshlennogo goroda (na primere Donecka) (Assessment of the manifestation of fluctuating asymmetry of the bilateral signs of the leaf blade of the white L. Acer in the conditions of roadside ecosystems of an industrial city (on the example of Donetsk)), *Promyshlennaya botanika*, 2011, No 11, pp. 90–96.

Kachestvo zhizni v XXI veke: tendencii, problemy, perspektivy: kollektivnaya monografiya (Quality of life in the 21st century: trends, problems, prospects: a collective monograph) / G. V. Astratova (ed.), Surgut, 2014a, 412 p.

Kachestvo zhizni v XXI veke: aktual'nye problemy i perspektivy (Quality of life in the XXI century: relevant tasks and prospects) / G. V. Astratova (ed.), Yekaterinburg: Publishing House of the State Corporation «Development Strategy»,

2014b, 542 p.

Kuhar I., Avdeeva E., Research and Analysis of the State and Development of Woody Plants in The Squares of the City of Krasnoyarsk, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2021, Vol. 1079, No 5, Article 052003.

Saltan N., Svyatkovskaya E., Trostenyuk N., Fluctuating Asymmetry of Leaves of *Betula pubescens* Ehrh. for Assessment of Pollution of the Urban Environment of the Kola North, *KnE Life Sciences*, 2020, pp. 37–43.

Shadrina E., Soldatova V., Turmukhametova N., Fluctuating Asymmetry as a Measure of Stress in Natural Populations of Woody Plants: Influence of Ecological and Geographical Factors on Developmental Stability, *Symmetry*, 2023, Vol. 15, No 3, Article 700, DOI: 10.3390/sym15030700

Turmukhametova N., Shadrina E., Changes in the fluctuating asymmetry of leaves and the reproductive capacity of birch hanging Mouth reflect the pessimization of an anthropogenically transformed environment, *Symmetry*, 2020, No 12, Article 1970, DOI: 10.3390/sym12121970

Zakharov V. M., Baranov A. S., Borisov V. I., Valetsky A. V., Kryazheva N. G., Chistyakova E. K., Chubinishvili A. T., *Zdorov'e srede: metodika ocenki* (Envi-

ronmental health: assessment methodol-
ogy), Moscow: Center for Environmental
Policy of Russia, 2000, 68 p.

Zalesov S. V., Azbaev B. O., Belov L. A.,
Suandikov Zh. O., Zalesova E. S., Oplet-
aev A. S., Ispol'zovanie pokazatelej

fluktuiruyushchej asimmetrii berezy pov-
isloj dlya ocenki ee sostoyaniya (Using an
automated measurement system. The
main thing for him is the state), *Modern
problems of science and education*, 2014,
No 5, pp. 742–742.

FLUCTUATING ASYMMETRY OF LEAF BLADES OF WOODY PLANTS IN INDUSTRIAL LANDFILLS OF DONBASS

D. A. Dostovalova^{1*}, A. Z. Glukhov¹, N. S. Podgorodetsky²

¹*FGBNU Donetsk Botanical Garden,
110 Ilyich Ave., Donetsk, 283023, DPR, Russia*

²*Donbass National Academy of Construction and Architecture, 2 Derzhavina str., Makeyevka,
286123 DPR, Russia*

*E-mail: dasha.dostovalova1997@mail.ru

Received: 13.01.2025

Revised: 17.02.2025

Accepted: 25.03.2025

The paper evaluates the fluctuating asymmetry of leaf blades of some of the most common woody plants in the landscaped and self-overgrown landfills of Donbass. The following rock dumps of the mines of the Donetsk-Makeyevka urban agglomeration were selected as models: the greened dump of the former mine (sh.) 6/14 (Chervonogvardeysky district, Makeyevka), the greened dump of sh. 5/6 named after Dimitrova (Kalininsky district, Donetsk), the landscaped Zaperevalnaya dump (Budennovsky district, Donetsk) and the self-overgrown dump 9 Kapitalnaya (Proletarian district, Donetsk). Samples of plant material were taken in several stages in June, July and August 2024 within

a certain site (about 25 m²), from a height of 1.5-2 m in 10-fold repetition in accordance with the established methodology at the landfills and within their sanitary protection zone (SPZ). The studied tree species are *Acer negundo*, *Acer platanoides*, *Juglans regia* and *Robinia pseudoacacia*. The number of samples for each species was 10 leaves from 1 tree on the dump and 10 leaves from 1 tree within the SPZ. Biomonitoring of plantings by area and fluctuating asymmetry of leaf blades of woody plants was carried out according to the method of V. M. Zakharov et al. A total of 320 leaves collected at landfills and within the SPZ were measured. The authors used a leaf measurement system for plants with bilaterally symmetrical leaves. The condition of *Robinia pseudoacacia* in the landfills is assessed as a significant deviation from the norm, and quite favorable conditions for growth are observed within the sanitary protection zone. *Acer negundo*, *Acer platanoides* and *Juglans regia* are in critically depressed condition both at the landfills and in the sanitary protection zone. The method of fluctuating asymmetry can be used to assess the quality of the environment and its suitability for vegetation growth. According to the results of research on mine rock dumps, the most optimal conditions for growth are for *Robinia pseudoacacia*. Nevertheless, the condition of woody plants indicates a critical load on the environment in the area of rock dumps, which has a negative impact on all living organisms.

Keywords: *mining rock dump, development stability, Acer negundo, Acer platanoides, Juglans regia, Robinia pseudoacacia*

Рецензент: д. б. н., главный научный сотрудник Евстигнеев О. И.