

УДК. 581.454

## Оценка экологического состояние промышленных зон юга Узбекистана по асимметрии листьев вяза приземистого

Рахимов Тулкин Уктамович, канд. биологических наук, старший преподаватель  
Кудратов Гулям Донаевич, преподаватель  
Каршинский государственный университет, Узбекистан  
Рахимов Учкун Уктамович, магистр  
Национальный университет Узбекистана им. Мирзо Улугбека, Узбекистан

**Аннотация.** Проведена экологическая оценка качества среды промышленных зон Кашкадарьинской области с использованием флуктуирующей асимметрии листьев вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.). Данный метод основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины древесной породы под действием антропогенных факторов, что позволяет получить относительную оценку состояния воздействий. Пробы листьев *Ulmus pumila* L. отобраны в 4 точках Кашкадарьинской области на различных рекреационных объектах с разной антропогенной нагрузкой и удаленностью от основных источников загрязнения. Полученные результаты исследования показывают, что все обследованные зоны характеризуются уровнем флуктуирующей асимметрии листьев *Ulmus pumila* L., превышающим относительную величину условной нормы. При этом в опыте-1 и опыте-3 средний показатель флуктуирующей асимметрии соответствует IV баллу по шкале оценки качества среды и характеризуется как критическое состояние окружающей среды.

**Ключевые слова:** биоиндикация, флуктуирующая асимметрия, вяз повислая, зеленые насаждения

## Assessment of the ecological condition of the industrial zones in the south of Uzbekistan by the asymmetry of elm leaves

Rakhimov Tulkin Uktamovich, Ph.D. in Biology, Senior Instructor  
Kudratov Gulyam Donaevich, Senior Lecturer,  
Karshi State University, Uzbekistan  
Rakhimov Uchqun Uktamovich, Master, Biology of the Faculty  
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Uzbekistan

**Abstract.** An environmental assessment of the environmental quality of the industrial zones of the Kashkadarya region was carried out using fluctuating asymmetry of the elm leaves of the squat (*Ulmus pumila* L.). This method is based on identifying violations of the symmetry of the development of a leaf plate of a wood species under the influence of anthropogenic factors, which makes it possible to obtain a relative assessment of the state of impacts. *Ulmus pumila* L. leaf samples were taken at 4 points in the Kashkadarya region at various recreational sites with different anthropogenic load and remoteness from the main sources of pollution. The results of the study show that all the areas surveyed are characterized by the level of fluctuating asymmetry of the leaves of *Ulmus pumila* L., exceeding the relative magnitude of the conditional norm. At the same time, in experiment 1 and experiment 3, the average index of fluctuating asymmetry corresponds to the IV grade on the scale of environmental quality assessment and is characterized as a critical state of the environment.

**Keywords:** bioindication, fluctuating asymmetry, elm, green plantings

**Введение.** На сегодняшний день качества среды становится принципиально важной задачей, при планировании и осуществлении мероприятий по озеленению промышленных территорий.

По данным А.Р. Дадаева (2006), одним из перспективных подходов для интегральной характеристики качества среды является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, которая характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур [1].

Древесные породы в промышленных территориях выполняют важнейшие лесозащитные функции, связанные с выделением кислорода и фитонцидов, очищением атмосферного воздуха, формированием своеобразного микроклимата. Однако насаждения, произрастающие на промышленных территориях, испытывают на себе отрицательное влияние техногенной нагрузки [2].

Кашкадарьинская область является одним из крупных промышленных центров Юга Узбекистана, окружающая среда которого подвержена относительно неблагоприятному воздействию промышленных предприятий, таких как: — Мубарекского газоперерабатывающего завода (МГПЗ); Шуртан газохимический комплекс (ШГХК); Шуртанский газоперерабатывающего завода (ШГПЗ). Поэтому с каждым годом все большее значение приобретает проблема изучения роста и развития древесных растений в условиях промышленных зон.

Одним из удобных способов оценки интенсивности промышленного нагрузки является метод оценки качества среды по показателям нарушения стабильности развития древесных пород. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины растения под действием антропогенных факторов. Этот подход достаточно

прост с точки зрения сбора, хранения и обработки материала, но при этом позволяет получить относительно комплексную оценку состояния озеленяемых пород при всем комплексе возможных воздействий [3,4].

Диагностика состояния атмосферы методами биоиндикации обуславливается высокой степенью сопряженности растительных сообществ с наличием и концентрацией загрязняющих веществ в атмосферном воздухе при низкой себестоимости исследований. Растения являются очень чувствительными индикаторами, указывающими на наличие загрязнения ранними морфологическими реакциями, как то: изменение окраски листьев, появление некрозов, преждевременное увядание и дефолиация листы [5,6].

**Цель исследования:** Целью работы является оценка экологического состояния промышленных зон Юга Узбекистана с помощью метода флукулирующей асимметрии листьев вяза приземистого (*Ulmus pumila* L.).

**Материалы и методика исследования:** Объектом исследования для определения степени нарушения анализируемых признаков развития выбран вяз приземистый (*Ulmus pumila* L.). Вяз приземистый имеет относительно четко выраженную двусторон-

ную симметрию (правая половинка листовая пластинки чуть короче левой), что является главным требованием метода исследования. Кроме того, вяз приземистый широко распространён в промышленных озеленяемых посадках и составляя от 10 до 20 % от общего количества зеленых насаждений, и встречается практически в каждой промышленной зоне Кашкадарьинской области.

На территории промышленных зон отобраны пробы листьев вяза приземистого в 12 точках на различных промышленных объектах в МГПЗ (Опыт-1), ШГХК (Опыт-2), ШГПЗ (Опыт-3) и относительно чистой санитарной зоне города Карши (Контроль) (по 3 точки в каждом исследуемом территории). Эти районы исследования различаются антропогенной нагрузкой и разной удаленностью от основных источников загрязнения. В таблице 1 приведено краткая характеристика районов исследования. Как видно из таблицы 1 по выбросам в атмосферу сернистого ангидрида прослеживается превышение ПДК, а по содержанию гумуса в почве уменьшение плодородия в Мубарекском и Шуртанском газоперерабатывающем заводах.

Расположение точек отбора на территории Кашкадарьинской области показано на рис. 1

**Таблица 1.** Краткая характеристика районов исследования (2017 год)

Районы исследования	Концентрация SO <sub>2</sub> в атмосфере, мг/м <sup>3</sup>	Гумус, мг/кг	Средне-годовая тем-ра воздуха, °С	Осадки мм	Вегетационный период, дни
Санитарная зона г. Карши	0,040±0,0015	0,9-1,6	14,9	240	301
Опыт-1 (МГПЗ)	0,054±0,019	0,6-0,8	14,1	155	291
Опыт-2 (ШГХК)	0,046±0,0017	0,8-1,3	15,7	225	303
Опыт-1 (ШГПЗ)	0,051±0,011	0,7-1,1	15,7	225	303
ПДК (для древесных видов)	0,03	1,9-2,4	-	-	-

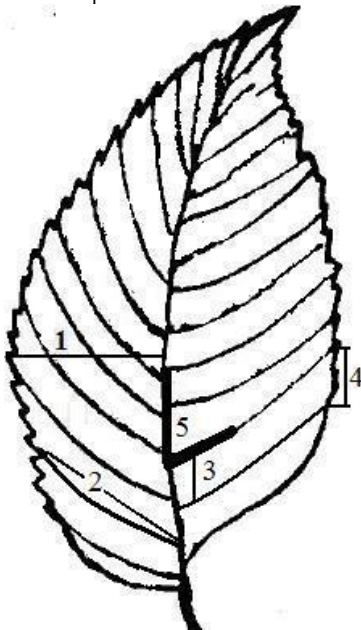


**Рис. 1.** Схема расположения точек отбора листьев *Ulmus pumila* L. в Кашкадарьинской области: 1 - (Опыт-1) Мубарекский газоперерабатывающий завод, 2 - (Опыт-2) Шуртан газохимический комплекс, 3 - (Опыт-3) Шуртанский газоперерабатывающий завод, 4 - (Контроль) Санитарная зона г. Карши)

Сбор материала проводился согласно методике оценки состояния древесных пород по показателям нарушения стабильности развития [1]. Сбор листьев проводился в начале ноября 2017 г. с нескольких близко растущих деревьев на площади 15415 м или вдоль дорог длиной 30–40 м. В каждой точке было взято по 50 листьев (по 10 образцов с 5 деревьев). Всего было собрано и обработано 600 листьев. Использовались только средневозрастные деревья. Листья собирались из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток, с хорошо развитых побегов.

Методика определения стабильности развития А.Р. Дадаевой [1] по величине флуктуирующей асимметрии листовых пластинок основана на системе промеров листа. Для этого на каждой листовой пластинке выполнялось по 5 измерений с левой и правой стороны листа (рис. 2). Измерения проводились на свежесобранном материале в лабораторных условиях с помощью измерительного циркуля, линейки и транспортира.

Расчет интегрального показателя производился по методике В.М. Захарова [2]: а) для каждого промеренного листа вычислялись относительные величины асимметрии для каждого признака, для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делилась на сумму этих же промеров:  $(L - R)/(L + R)$ ; б) вычислялся показатель асимметрии для каждого листа, для этого суммировались значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делились на число признаков; в) вычислялся интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак, для этого вычислялась средняя арифметическая всех величин асимметрии; г) находилось значение, являющееся средним арифметическим для всего района.



**Рис. 2.** Параметры промеров листьев для детального расчета: 1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй жилки от основания листа; 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок; 4 – расстояние между концами этих жилок; 5 – угол между главной и второй от основания жилками

Все расчеты производились с помощью программы Microsoft Office Excel 2010. Для оценки степени выявленных отклонений от нормы А.Р. Дадаевой разработана балльная шкала (таблица 2). Диапазон значений интегрального показателя асимметрии, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается за пятый балл (табл. 2).

**Таблица 2.** Балльная шкала показателя стабильности развития

Балл	Величина показателя стабильности развития	Степень загрязнения территории
I	<0,040	Чистая
II	0,040-0,044	Слабо – загрязненная
III	0,045-0,049	Умеренно - загрязненная
IV	0,050-0,054	Загрязненная
V	>0,054	Очень загрязненная

**Результаты исследования и их обсуждение:** Как видно из табл. 3 и рис. 3, все обследованные исследованные зоны характеризуются разным уровнем флуктуирующей асимметрии листьев *Ulmus rumila* L., превышающим величину условной нормы (< 0,040). Наиболее высокие показатели зафиксированы в МГПЗ (0,060 в среднем) и ШГПЗ (0,058 в среднем), что соответствует V баллу по шкале оценки качества среды по ФА величине и характеризуется как очень загрязненное состояние окружающей среды. На участках ШГХК показатель ФА 0,049, что соответствует III баллу по шкале оценки качества среды. В лучшей экологической ситуации находящийся относительно чистой зоне города Карши. Средний показатель ФА листьев вяза приземистого в этом районе составляет 0,043, что соответствует II баллу по шкале оценки качества среды и характеризуется как слабо загрязненный уровень отклонений от нормы.

Как видно из данных таблицы 2 почти во всех случаях на территории предприятия ФА относительно выше по сравнению с удаленностью от заводов. Сравнивая данные таблицы 1 районов исследования и данные таблицы 2 показателей ФА, очень отчетливо прослеживается взаимосвязь загрязнения окружающей среды и уровнем стабильности показателей ФА. Это взаимосвязь очень хорошо прослеживается в МГПЗ и ШГПЗ на рис. 3.

Существует определенная взаимосвязь показателей значений ФА на территориях исследуемых объектов с удаленностью этих объектов от источников загрязнения. Так, например, высокие значения показателей ФА листьев *Ulmus rumila* L. в МГПЗ связаны с непосредственной близостью к основным источникам загрязнения и ШГПЗ. На рис. 4 показан график зависимости показателей ФА от удаленности зеленых насаждений от источников загрязнения.

Таблица 2. Показатели ФА *Ulmus pumila* L. на обследованных объектах

Район исследования	Номер точки сбора образцов	Место сбора образцов (объект)	Интегральный показатель ФА	Балл состояния	Средний интегральный показатель ФА	Средний балл состояния
(Опыт-1) Мубарекский газоперерабатывающий завод	1	Территория завода	0,063	V	0,060	V
	2	Зелёная аллея (100 м)	0,061	V		
	3	200 м от завода	0,057	V		
(Опыт-2) Шуртан газохимический комплекс Падунский округ	4	Зелёная аллея	0,053	IV	0,049	III
	5	500 м от завода	0,049	III		
	6	Рабочий посёлок	0,045	III		
(Опыт-3) Шуртанский газоперерабатывающий завод	7	Территория завода	0,061	V	0,058	V
	8	Зелёная аллея	0,054	V		
	9	500 м от завода	0,059	V		
(Контроль) г. Карши	10	Территория санатории	0,038	I	0,043	II
	11	Участок лесхоза	0,041	II		
	12	Магистральная дорога	0,046	III		

На рис. 3 показаны средние показатели флуктуирующей асимметрии по районам исследования.

Как видно из рисунка 4, в МГПЗ (территория завода, зелёная аллея 100 метров от завода и 200 метров от завода) и ШГПЗ (территория завода, зелёная аллея и 500 метров от завода) прослеживается взаимосвязь показателей величины ФА от расстояния объектов исследования до источника загрязнения. Коэффициент корреляции  $r$  среднего значения по МГПЗ показателя ФА с расстоянием до магистральной дороги (М-38) составил 0,95. Из рисунка 3

видно, что МГПЗ несмотря на наибольшую удаленность от санитарной зафиксированы относительно высокие показатели значений ФА, сравнимые с ШГПЗ и ШГХК. Это, вероятнее всего, объясняется почвенно-климатическими характеристиками территории и расположением МГПЗ, а также направлением преобладающих ветров. Кроме промышленных выбросов на состояние зеленых насаждений негативно воздействуют выхлопы автотранспорта с М-38, что на МГПЗ и ШГПЗ.

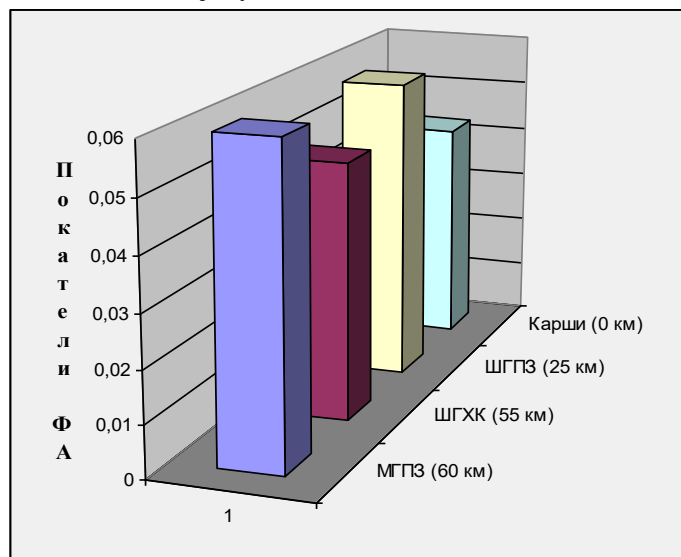


Рис. 3. Средние показатели ФА *Ulmus pumila* L. по районам исследования



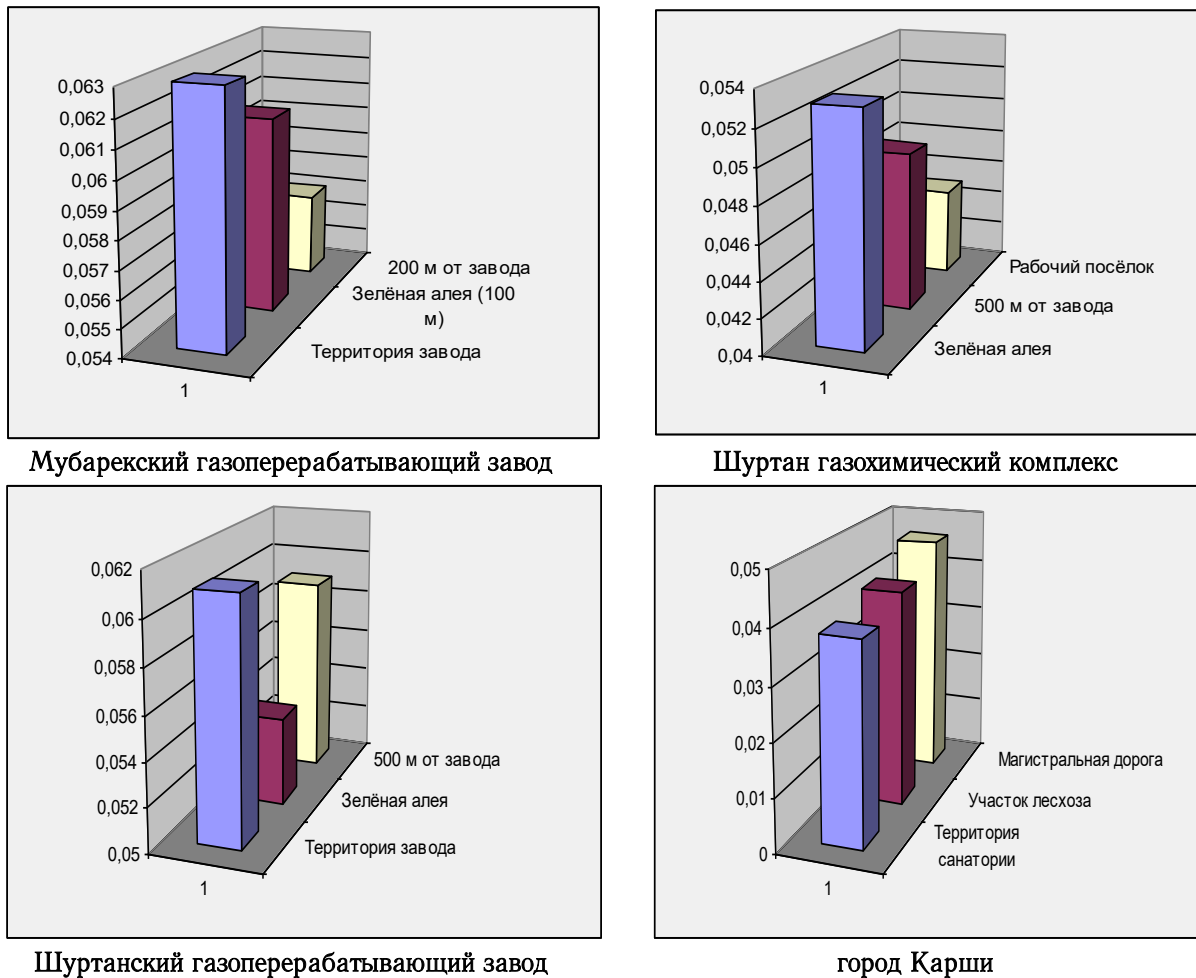


Рис. 4. Зависимость величины ФА от расстояния насаждений до промышленной зоны в исследованных территориях.

На рисунке 4 показана зависимость показателей коэффициента ФА от расстояния насаждений с удалённостью объектов исследования. Как видно из рисунка 4, чем ближе зеленые насаждения расположены к промышленным предприятиям и автомагистралям, тем более высокие значения показателя ФА были зафиксированы. Прослеживается относительно высокий коэффициент корреляции  $r$  среднего значения ФА с расстоянием от заводов по всем пунктам, в среднем составляет 0,90.

Таким образом, на показатель величины ФА листьев *Ulmus rumila* L., объективно отражающей качество окружающей среды влияет комплекс факторов, таких как удаленность насаждений от различных источников загрязнения (промышленных предприятий, автомагистралей), агроклиматических показателей.

**Выводы:** Учитывая состояние качества среды в окрестностях промышленных зон Кашкадарьинской области по показателям ФА листьев *Ulmus rumila* L. во всех обследованных промышленных зонах кроме города Карши наблюдается относительно высо-

кий уровень, который превышает величину условной нормы ( $< 0,040$ ), что соответствует в среднем 0,056 - V баллу по шкале оценки качества среды и характеризуется как очень загрязненное состояние окружающей среды. Наиболее высокие показатели ФА зафиксированы в МГПЗ, ШГПЗ и ШГХК соответственно, а в лучшей находится экологической ситуации находятся санитарная зона города Карши.

Полученные данные позволяют судить о взаимосвязи величины ФА с расстоянием рекреационных зон от источников загрязнения. Так, чем ближе рекреационные объекты находятся к источникам загрязнения (промышленные предприятия, автомагистрали), тем больше зафиксирована величина ФА.

Таким образом, при изучении состояния окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии, необходимо учитывать комплекс факторов, таких как расстояние от источников загрязнения (промышленных предприятий, автомагистралей и т.д.), а также агроклиматические условия исследуемых районов и длительность вегетационного периода.

#### Литература:

1. Дадаева А.Р. Оценка качества среды по состоянию листьев на примере берёзы (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). – В.Новгород, НовГУ, 2006. – 56 с.
2. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2006. – 68 с.

3. Рунова Е.М., Гнаткович П.С. Экологическая оценка рекреационных зон города Братска методом флуктуирующей асимметрии березы повислой // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 11-2. – С. 223-227;
4. Рунова Е.М., Гнаткович П.С. Видовой состав зеленых насаждений общего пользования г. Братска // *Системы. Методы. Технологии*. – 2013. – № 2 (18). – С. 156–160.
5. Гаврилин И.И., Рунова Е.М. Некоторые особенности газопоглотительной способности деревьев в урбоэкосистеме г. Братска // *Лесной вестник МГУЛ*. – 2012. – № 1(84). – С. 135–139.
6. Шержукова Л.В., Кривцова А.Н., Мелузова М.И. и др. Оценка стабильности развития липы мелколистной на заповедной и урбанизированной территориях // *Онтогенез*, 2002, Т. 33. №1. С.16-18.

#### References:

1. Dadaeva A.R. Quality assessment of the environment as a leaf on the example of birch (assessment of the stability of the development of living organisms by the level of asymmetry of morphological structures). –V. Novgorod, NovSU, 2006. - 56 p. Доступ к полной версии статьи: <https://zzapomni.com/novgu-velikiy-novgorod/dadaeva-ocenka-kachestva-sredy-po-2006-7716>
2. Zakharov V.M., Chubinishvili A.T., Dmitriev S.G. and others. Environmental health: assessment practice. - Moscow: Center for Environmental Policy of Russia, 2006. - 68 p.
3. Runova E.M., Gnatkovich P.S. Ecological assessment of the recreational zones of the city of Bratsk by the method of fluctuating asymmetry of birch hanging // *Fundamental research*. - 2013. - № 11-2. - p. 223-227;
4. Runova E.M., Gnatkovich P.S. Species composition of common greenery in Bratsk // *Sistema. Methods Technology*. - 2013. - № 2 (18). - p. 156–160.
5. Gavrilin I.I., Runova E.M. Some features of gas absorption capacity of trees in the urban ecosystem. Bratsk // *Forest Bulletin MGUL*. - 2012. - № 1 (84). - pp. 135–139.
6. Sherzhukova L.V., Krivtsova A.N., Meluzova M.I. and others. Assessment of the stability of the development of small-leaved linden in protected and urbanized areas // *Ontogenesis*, 2002, V. 33. №1. P.16-18.