

УДК 574.21+504.75.05 (470.324-25)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ГОРОДА ВОРОНЕЖА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ РАЗВИТИЯ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA* ROTH.) И ТОПОЛЯ ПИРАМИДАЛЬНОГО (*POPULUS PYRAMIDALIS* BORKH.)

Виноградов П.М.

ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный университет», г. Воронеж, Россия, (394006, Россия, г. Воронеж, Университетская площадь, 1), e-mail: vinpaul89@gmail.com

Изучена возможность использования показателя флуктуирующей асимметрии (ФА) листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и тополя пирамидального (*Populus pyramidalis* Borkh.) при оценке качества городской среды. В качестве примера урбанизированной территории рассматривается город Воронеж – крупнейший промышленный центр Центрально-Чернозёмного экономического района. Показано влияние антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на формирование морфологических структур листовой пластинки. Рассчитан интегральный показатель стабильности развития таких видов-индикаторов, как береза повислая и тополь пирамидальный. В пределах городской территории отражена взаимосвязь в расположении источников загрязнения окружающей среды и биоиндикационного показателя стабильности развития организмов. Приведены результаты оценки качества окружающей среды города Воронеж, позволившие оценить закономерности формирования экологической опасности в различных функционально-планировочных зонах города.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, окружающая среда, биоиндикация, флуктуирующая асимметрия, показатель стабильности развития.

THE ASSESSMENT OF URBAN ENVIRONMENT QUALITY OF VORONEZH ON THE BASIS OF ANALYSIS OF *BETULA PENDULA* ROTH. AND *POPULUS PYRAMIDALIS* BORKH. DEVELOPMENT STABILITY PARAMETER

Vinogradov P.M.

Voronezh State University, Voronezh, Russia (394006, University square, 1, Voronezh, Russia), e-mail: vinpaul89@gmail.com

The article is devoted to the study of the possibility to use the fluctuating asymmetry parameter of *Betula pendula* and *Populus pyramidalis* leaves for the assessment of the urban-environment quality. Voronezh as the largest industrial center of Central Black Earth Region is considered as urban territory. The influence of anthropogenic pollution of air on the formation of lamina morphological structures is shown. Development stability parameter for indicator species such as *Betula pendula* and *Populus pyramidalis* is calculated. The dependency of development stability parameter of organisms on the location of pollution sources is shown. The results of the assessment of environment quality of Voronezh, which allowed evaluating the patterns of formation of environmental hazards in the various functional areas of the city-planning, are illustrated.

Keywords: anthropogenic impact, environment, bioindication, fluctuating asymmetry, development stability parameter

Охрана окружающей среды и контроль уровня её загрязнения требуют привлечения эффективных и доступных методов изучения состояния природных комплексов. В настоящее время разработаны различные подходы к оценке экологического состояния городской среды, среди которых одним из наиболее доступных и перспективных направлений является биоиндикация загрязнений, основанная на изучении различных биологических, физиологических, анатомических и других отклонений в развитии организмов, возникающих под действием внешних факторов [5]. Перспективность биоиндикационных методов исследования заключается в том, что использование в качестве индикаторов состояния окружающей среды живых организмов позволяет дать комплексную оценку качества среды,

а также выявить пути поступления и закономерности накопления в экологических системах различных загрязняющих веществ [8].

В соответствии с мнением В.М. Захарова [1, 2], под качеством среды понимается её состояние, необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ. Для оценки этого качества необходимо определить степень нарушенности стабильности развития наиболее массовых видов. Наиболее простым и доступным способом подобной оценки является определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков. Для оценки экологического состояния городской среды предпочтительно использовать древесные растения, что неоднократно указывалось в различных научных трудах по данной тематике [6, 7, 9]. Величина флуктуирующей асимметрии для древесных растений выражается в виде интегрального показателя стабильности развития, рассчитываемого на основе асимметрии правой и левой половинок листовой пластинки растения. Для оценки качества окружающей среды по величине этого показателя обычно используется пятибалльная шкала [2] (табл. 1).

Таблица 1

Шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы [2]

Балл	Качество среды	Величина показателя стабильности развития
I	Условная норма	< 0,040
II	Растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов	0,040 - 0,044
III	Загрязненные районы	0,045 - 0,049
IV	Сильно загрязненные районы	0,050 - 0,054
V	Крайне неблагоприятные условия, растения находятся в сильно угнетенном состоянии	> 0,054

Наиболее массовыми видами древесных растений, выбранными в качестве видов-индикаторов для оценки качества окружающей среды города Воронеж, являются берёза повислая (*Betula pendula* Roth.) и тополь пирамидальный (*Populus pyramidalis* Borkh.). Отбор материала и расчет показателей стабильности развития видов производился нами в соответствии с «Методическими рекомендациями по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ» [4]. На рассматриваемой территории г.Воронежа сбор листьев осуществлялся в 26 точек, равномерно распределенных по территории города и расположенных в функциональных зонах с разной степенью техногенного воздействия. Для этого в пределах городской черты было условно выделено четыре вида функциональных зон: 1) жилая зона с 3-мя подзонами (центральная историческая часть города, включая современную общественно-деловую застройку и «старую» 5-ти-этажную застройку 50-х -

70-х годов прошлого века; кварталы с современной многоэтажной застройкой; «частный сектор» - преимущественно одноэтажная жилая застройка); 2) зона рекреации; 3) промышленная зона; 4) транспортная зона. На каждую зону (включая подзоны) приходится по четыре точки отбора. Кроме того, произведена выборка в двух «фоновых» точках, находящихся за пределами городской застройки. Схема расположения точек отбора листьев представлена на рисунке 1.

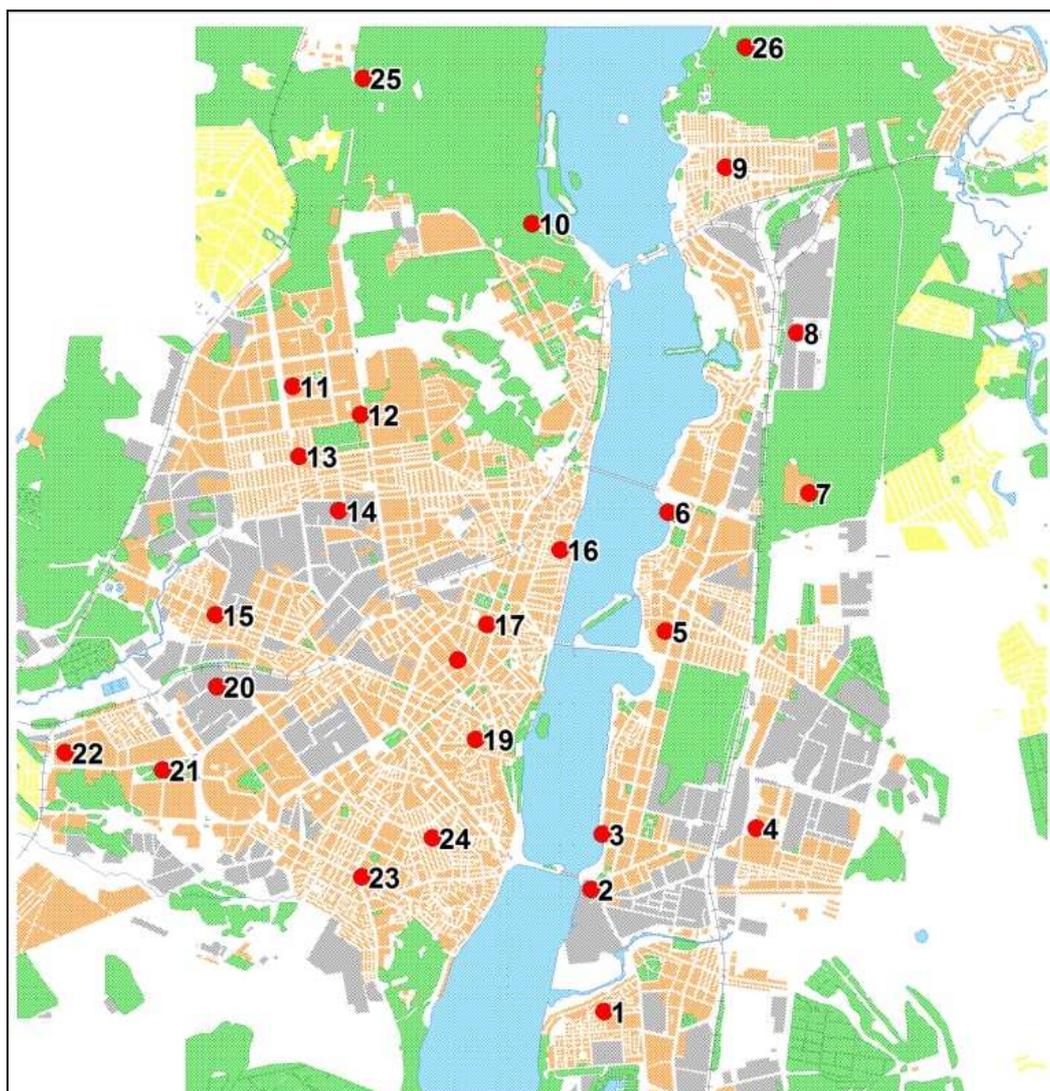


Рис. 1. Схема расположения точек отбора листьев березы повислой и тополя пирамидального

При оценке качества окружающей среды для каждой выборки был рассчитан интегральный показатель стабильности развития и присвоен тот или иной балл в соответствии с таблицей 1. На основании полученных данных при помощи геоинформационно-аналитического комплекса, созданного в программной среде ГИС

MapInfo Professional [3], была составлена карта стабильности развития видов, дающая наглядное представление об уровне загрязнения городской среды Воронежа (рис. 2).

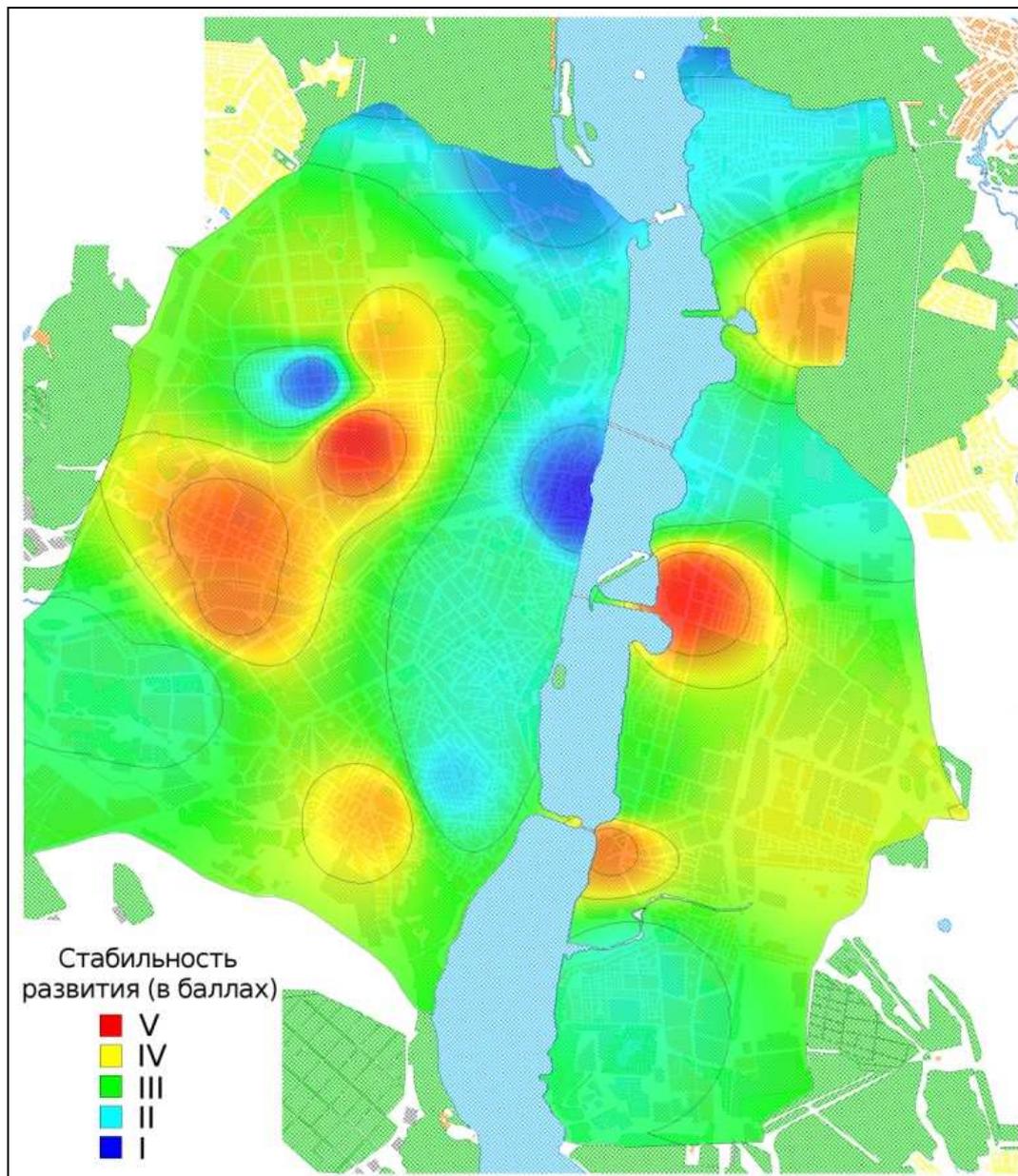


Рис. 2. Пространственное распределение интегрального показателя стабильности развития видов

Зоны, в которых выявлены неблагоприятные условия, что соответствует IV - V баллам, отмечаются вблизи промышленных предприятий и крупных транспортных магистралей. Сопоставление представленной карты с сетью автомобильных дорог и схемой расположения крупных промышленных предприятий на территории г.Воронежа позволяет выявить основные источники антропогенного воздействия на окружающую среду. В левобережной части города к ним следует отнести крупнейшую транспортную артерию –

Ленинский проспект, протянувшуюся в меридиональном направлении (в особенности участок кругового движения на пересечении с улицей Остужева), а также такие предприятия как ОАО «Воронежсинтезкаучук», ТЭЦ-1 ОАО «Квадра» и ОАО ХК «Мебель Черноземья». В правобережной части наиболее неблагоприятная ситуация отмечается на улицах Матросова (участок кругового движения на пересечении с улицей Краснознаменная), 9 Января, Московском проспекте (на всем протяжении автодорог, с выделением отдельных экстремальных значений вблизи крупных перекрестков). Среди стационарных источников загрязнения следует выделить ОАО «Электросигнал», ОАО "Завод по выпуску тяжелых механических прессов", ЗАО «Воронежский промышленный железнодорожный транспорт».

Наиболее благоприятные показатели качества среды (I - II балла) отмечаются в зоне рекреации (левобережные – район больницы «Электроника» и парк «Орленок»; правобережные – район санатория им. М. Горького и парк «Танаис») и в жилой зоне (в частности, в пределах подзоны одноэтажной жилой застройки). Большой же части территории города соответствует средний уровень отклонений от условной нормы (III балла), характеризующий умеренную степень техногенного загрязнения городской среды. К таким микрорайонам относятся кварталы с современной многоэтажной застройкой.

В г.Воронеже контроль за состоянием атмосферы осуществляется на 5 стационарных постах Воронежского ЦГМС – филиала ФГБУ «Центрально-Черноземное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Данные постов представляют собой показатели концентрации приоритетных загрязнителей в атмосферном воздухе. Проводя сравнение предоставленной ЦГМС информации с рассчитанными данными по оценке качества окружающей среды, нам удалось выявить взаимосвязь между загрязнением атмосферного воздуха и показателями стабильности развития видов. Максимальная концентрация в воздушной среде всех наблюдаемых поллютантов отмечается в районе поста № 7 (ул. Лебедева, 2), расположенного на границе промышленной и жилой зон вблизи ОАО «Воронежсинтезкаучук». Здесь же находится точка № 2 отбора листьев березы повислой и тополя пирамидального, в которой были отмечены наибольшие показатели флуктуирующей асимметрии по обоим видам-биоиндикаторам. В районах остальных четырех постов концентрации загрязнителей примерно равны. Этот факт позволяет предположить, что посты расположены в сходных по качеству среды районах. Данное предположение полностью подтверждается при сопоставлении схемы расположения постов с картой стабильности развития видов: 3 из 4 постов расположены в зоне среднего уровня отклонений от условной нормы (III балла), а один пост - на границе этой зоны с зоной слабого влияния неблагоприятных факторов (II балла).

В целом величина интегрального показателя стабильности развития видов древесных растений достоверно выше в левобережной части города, что объясняется, с одной стороны, концентрацией здесь многих объектов промышленно-производственного комплекса, а, с другой стороны, - особенностями низменного рельефа местности (левобережной надпойменной террасы), не способствующими самоочищению атмосферы. В условиях преобладающего западного ветропереноса левобережье становится «приемником» отходящих выбросов возвышенного правобережья территории города.

Таким образом, применение методов биоиндикации состояния городской среды по показателю флуктуирующей асимметрии показало, что в городе Воронеж наибольший антропогенный прессинг испытывают микрорайоны, расположенные в промышленной и транспортной функциональных зонах. Наиболее благоприятными для комфортного жизнеобеспечения можно считать зоны рекреации и «частного жилого сектора».

В заключение следует отметить, что применение биоиндикационных исследований является надежным инструментом для комплексной оценки качества городской среды. Конечно, следует учитывать, что причиной возникновения флуктуирующей асимметрии в определенной степени является генетическая обусловленность помимо антропогенной нагрузки [1]. Однако, проведенный выборочно-статистический анализ биоиндикационных признаков позволяет сделать вполне достоверный вывод о том, что данные о качестве среды, полученные на основе расчета интегрального показателя стабильности развития видов древесных растений полностью согласуются с имеющейся информацией о концентрации различных поллютантов в атмосферном воздухе, а также со схемой расположения основных промышленно-транспортных источников загрязнения городской среды.

Исследования проведены в рамках гранта президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских учёных – кандидатов наук (проект МК-1682.2014.5)

Список литературы

1. Захаров В.М. Асимметрия животных (популяционно-феногенетический подход). – М.: Наука, 1987. – 216 с.
2. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / Захаров В. М., Баранов А. С., Борисов В.И. и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
3. Куролап С.А., Виноградов П.М., Клепиков О.В. Геоинформационно-аналитический комплекс для обеспечения медико-экологического мониторинга г. Воронежа // Геоматика. – 2014. – № 3. – С. 43-50.

4. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). – М., 2003. – 25 с.
5. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений: Учебное пособие. – СПб.: Издательство С.-Петербургского университета, 2004. – 266 с.
6. Савинцева Л. С., Егошина Т. Л. Оценка урбаноcреды г. Кирова на основе анализа флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой // Вестник Удмуртского университета. – 2012. – Вып. 3. – С. 31-37.
7. Скрипальщикова Л. Н., Стасова В. В. Биоиндикационные показатели стабильности развития насаждений в нарушенных ландшафтах // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 2. – С. 62-72.
8. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: Учебное пособие. – Тверь: Тверской гос. университет, 2005. – 260 с.
9. Хузина Г.Р. Характеристика флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листа липы мелколистной (*Tilia cordata* L.) // Вестник Удмуртского университета. – 2011. – Вып. 3. – С. 47-52.

Рецензенты:

Анциферова Г.А., д.г.н., профессор кафедры природопользования Воронежского государственного университета, г.Воронеж;

Матвеев С.М., д.б.н., профессор, заведующий кафедрой лесоводства, лесной таксации и лесоустройства Воронежской государственной лесотехнической академии, г.Воронеж.