

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ Г. ИШИМА МЕТОДОМ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ

© 2022

Каташинская Л.И.¹, Каташинский А.И.²

¹Ишимский педагогический институт имени П.П. Ершова (филиал)
Тюменского государственного университета (г. Ишим, Тюменская область, Российская Федерация)

²Центр дополнительного образования детей города Ишима
(г. Ишим, Тюменская область, Российская Федерация)

Аннотация. Приведены данные оценки динамики экологического состояния г. Ишима методом флуктуирующей асимметрии. Экологическое состояние городской среды должно обеспечивать благоприятное проживание населения и высокое качество жизни. Оценка степени флуктуирующей асимметрии нами производилась на примере листьев березы повислой в 4 удаленных друг от друга точках города (10 деревьев на 1 точку, с каждого дерева производили отбор 100 листьев). На основе морфометрических измерений рассчитывали интегральный показатель, с помощью которого оценивалась величина асимметричности. Средние показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой во всех обследованных точках города не превышали условную норму. Экологическое состояние города Ишима можно оценить как благоприятное. В динамике 11 лет наблюдалось ухудшение экологического состояния большинства районов г. Ишима. В трех районах наблюдений зарегистрировано возрастание показателя флуктуирующей асимметрии листьев от 1,5 до 4 раз по сравнению с 2010 годом. Наименьшие показатели асимметричности листьев наблюдались в районе парка «Березовая роща» и в районе Пригородного леса («Ваньковка»). Наибольшие показатели асимметричности листьев наблюдались в районе железнодорожного вокзала. В пределах улиц Луначарского и Толстого, напротив, отмечалось значительное улучшение экологического состояния данного района города.

Ключевые слова: экологическое состояние; флуктуирующая асимметрия; лист; береза повислая; биоиндикация; городская среда; качество жизни; антропогенная нагрузка; морфометрические промеры; интегральный показатель.

THE ASSESSMENT OF ISHIM ECOLOGICAL STATE DYNAMICS BY THE METHOD OF FLUCTUATING ASYMMETRY

© 2022

Katashinskaya L.I.¹, Katashinsky A.I.²

¹P.P. Ershov Ishim Pedagogical Institute (Branch) of Tyumen State University (Ishim, Tyumen Region, Russian Federation)

²Center for Additional Education of Children in the City of Ishim (Ishim, Tyumen Region, Russian Federation)

Abstract. The paper presents data of the assessment of Ishim ecological state dynamics by the method of fluctuating asymmetry. The ecological state of the urban environment should ensure favorable living conditions for the population and a high quality of life. We assessed the degree of fluctuating asymmetry using the example of drooping birch (*Betula pendula*) leaves at 4 points of the city remote from each other (10 trees per 1 point, 100 leaves were selected from each tree). On the basis of morphometric measurements, an integral indicator was calculated, with the help of which the magnitude of asymmetry was estimated. The average values of fluctuating asymmetry of drooping birch leaves in all studied points of the city did not exceed the conditional norm. The ecological state of the city of Ishim can be assessed as favorable. In the dynamics of 11 years there was a deterioration of the ecological state of most districts in Ishim. In three observation areas, an increase in the index of fluctuating leaf asymmetry from 1,5 to 4 times was registered compared to 2010. The lowest indicators of leaf asymmetry were observed in the area of the park «Berezovaya Roschya» and in the area of the «Prigorodny forest» (Vankovka). The highest indicators of leaf asymmetry were observed in the area of the railway station. On the contrary, there was a significant improvement of the ecological state within the streets of Lunacharsky and Tolstoy in the city.

Keywords: ecological state; fluctuating asymmetry; leaf; birch; bioindication; urban environment; quality of life; anthropogenic load; morphometric measurements; integral index.

Введение

Качество жизни населения напрямую обусловлено экологическим состоянием городов. Особенностью городской экосистемы является то, что она формируется под влиянием не только природных, но и в большей степени антропогенных факторов [1, с. 89–95]. В современном мире большинство населения проживает в городах. Поэтому экологическое состояние городской среды должно обеспечивать благоприятное проживание населения и высокое качество жизни [2, с. 26–30; 3]. Большинство городов аккумулируют вокруг себя огромное количество про-

мышленных предприятий, свалки бытового мусора, в самих городах основным фактором, ухудшающим экологическое состояние, являются выхлопные газы автомобильного транспорта [1, с. 89–95; 4]. Вследствие возрастания влияния антропогенных факторов на экологическое состояние городов ухудшается и качество жизни населения в них.

В связи с этим возникает необходимость наблюдения динамики экологического состояния городов и их отдельных районов, для оценки которого могут использоваться зеленые насаждения [5, с. 68–75; 6, с. 12–16; 7]. Растения можно использовать в качестве

тест-объектов, способных отразить на своем состоянии антропогенную нагрузку данной территории [8]. Растительные организмы обладают способностью ассимилировать вещества, поступающие в растения из почвы и воздуха. В связи с тем, что растения произрастают на конкретной территории, состояние их организма можно использовать в качестве оценки экологического благополучия локального места [9, с. 54–60]. Наиболее доступной группой для оценки экологического состояния территории являются древесные растения [10]. Древесные растения широко используются в ландшафте городов из-за их способности обогащать атмосферу кислородом, участвовать в ионизации воздуха, задерживать пылевые частицы, создавать затененность и выделять фитонциды. В то же время древесные растения в достаточно большой степени испытывают антропогенную нагрузку и влияние различных поллютантов, концентрирующихся в воздушной среде и почве городов [7; 11].

Город Ишим – районный центр, расположенный на юге Тюменской области, находится недалеко от российско-казахстанской границы, это значительный промышленный и сельскохозяйственный центр, узел дорог и снабжения. Проведенные в 2016 году исследования Л.И. Каташинской и Н.Е. Суппес определили, что основным источником загрязнения воздуха в г. Ишиме является автотранспорт, на долю которого приходится большая часть поллютантов, содержащихся в выхлопных газах, а также стационарные объекты и предприятия, среди которых особое место занимают «Аминосиб» и «Ветсанутильзавод» [4]. По данным, представленным рядом авторов, в атмосферном воздухе г. Ишима регистрируются выбросы таких веществ, как оксид углерода, оксиды азота, твердые вещества, сернистый ангидрид, углеводороды. Ухудшение экологического состояния в г. Ишиме подкрепляется данными о том, что в динамике многих лет в структуре болезней среди населения лидирующее место занимают заболевания органов дыхания. Среди детского населения, заболеваемость которого является индикатором экологического состояния и качества жизни, наблюдается рост заболеваемости острыми респираторными заболеваниями [12; 13]. Еще одним подтверждением ухудшения экологической обстановки в г. Ишиме, обусловленной, в том числе, воздействием поллютантов атмосферного воздуха, является рост уровня заболеваемости детей и взрослых болезнями эндокринной системы и числа онкологических заболеваний [12]. Приведенные данные позволяют заключить, что оценка экологического состояния окружающей среды, особенно осуществляемая в динамике длительного периода, позволит выявить существующие условия проживания населения и ляжет в основу мероприятий, направленных на обеспечение экологической безопасности и комфортных условий проживания.

Целью исследования являлось проведение оценки динамики экологического состояния г. Ишима за последние 11 лет методом флуктуирующей асимметрии морфометрических промеров листьев *Betula pendula* Roth.

Объект исследования: морфометрические показатели листьев *Betula pendula*.

Материалы и методы исследования

Согласно методике, сбор материала проводили после остановки роста листьев, в августе 2021 г. Для оценки динамики экологического состояния г. Иши-

ма нами сравнивались собственные данные с результатами исследований морфометрических показателей березы повислой, проводимые О.С. Козловцевой в 2010 году [14]. Оценка стабильности развития (степень флуктуирующей асимметрии) нами производилась на примере листьев березы повислой [15; 16, с. 5–10]. Для оценки экологического состояния г. Ишима были выбраны 4 удаленных друг от друга точки, выбор точек обуславливался наличием объектов для исследования в достаточном количестве (10 деревьев на 1 точку, с каждого дерева производили отбор 100 листьев).

Одна точка выполняла роль контроля: Пригородный лес («Ваньковка»). Собранный материал подвергался морфометрической обработке. С каждого листа снимали показатели по 5 параметрам с левой и правой стороны. Полученные данные использовали для расчета интегрального показателя по методике В.М. Захарова [2, с. 26–30; 17, с. 9–18].

В результате расчетов мы получили интегральный показатель – величину среднего относительного различия на признак (средняя арифметическая отношения разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков), с помощью которого оценивается величина асимметричности. Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно литературным данным, у листьев растений, которые произрастают в условиях антропогенного либо другого загрязнения, отмечаются разнонаправленные отличия в форме листовой пластинки, на которые указывает ряд авторов [10; 16, с. 5–10; 18; 19].

В исследовании была проведена оценка экологического состояния г. Ишима по показателям флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой. В 2010 году (табл. 1) показатели асимметричности листьев березы повислой были рассчитаны для 4 точек г. Ишима, отличающихся степенью антропогенной нагрузки. Наименьший показатель флуктуирующей асимметрии листьев был отмечен в районе рекреационной зоны города – парк «Березовая роща» – 0,00420. В районе Пригородного леса («Ваньковка») также зарегистрированы низкие показатели асимметричности листьев, характеризующие экологическое состояние как условно нормальное. На третьей точке исследования – в районе улиц Луначарского и Толстого – был зарегистрирован критический уровень состояния по показателям флуктуирующей асимметрии листьев одного из деревьев. Средние показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой на данной точке наиболее высокие по сравнению с другими. Таким образом, в 2010 году проведенный анализ флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой позволяет нам заключить, что экологическое состояние различных районов г. Ишима можно охарактеризовать как благоприятное, за исключением 1 точки района улиц Луначарского и Толстого.

Для проведения оценки динамики экологического состояния г. Ишима в 2021 году проведено повторное исследование показателей асимметричности листьев в тех же районах города, что и в 2010 году, результаты которых представлены в табл. 2.

Таблица 1 – Показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой различных районов г. Ишима в 2010 г.

Точка	Пригородный лес («Ваньковка»)		Парк «Березовая роща»		Ул. Луначарского и Толстого (ИПИ)		Железнодорожный вокзал	
	Z	Балл	Z	Балл	Z	Балл	Z	Балл
1	0,003	1	0,001178	1	0,0089	1	0,0200	1
2	0,0179	1	0,0028770	1	0,0046	1	0,0035	1
3	0,0005	1	0,004304	1	0,0135	1	0,0023	1
4	0,0054	1	0,007255	1	0,0599	2	0,0240	1
5	0,0008	1	0,005939	1	0,0202	1	0,0059	1
6	0,0055	1	0,004301	1	0,0136	1	0,0308	1
7	0,0100	1	0,004804	1	0,0468	1	0,0055	1
8	0,0217	1	0,007325	1	0,0292	1	0,0016	1
9	0,0148	1	0,001156	1	0,0893*	5	0,0064	1
10	0,0234	1	0,002871	1	0,0443	1	0,0238	1
Средние значения	0,0103	1	0,00420	1	0,0339	1,5	0,0176	1

Примечание. * – критическое состояние, в соответствии со шкалой отклонений от нормы показателей флуктуирующей асимметрии листьев.

Таблица 2 – Показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой различных районов г. Ишима в 2021 г.

Точка	Пригородный лес («Ваньковка»)		Парк «Березовая роща»		Ул. Луначарского и Толстого (ИПИ)		Железнодорожный вокзал	
	Z	Балл	Z	Балл	Z	Балл	Z	Балл
1	0,0230	1	0,0181	1	0,0149	1	0,0194	1
2	0,0185	1	0,0139	1	0,0155	1	0,0212	1
3	0,0254	1	0,0132	1	0,0129	1	0,0235	1
4	0,0253	1	0,0148	1	0,0213	1	0,0326	1
5	0,0189	1	0,0159	1	0,0241	1	0,0358	1
6	0,0255	1	0,0203	1	0,0118	1	0,0341	1
7	0,0196	1	0,0147	1	0,0156	1	0,0287	1
8	0,0256	1	0,0257	1	0,0172	1	0,0354	1
9	0,0285	1	0,0196	1	0,0189	1	0,0234	1
10	0,0226	1	0,0168	1	0,0233	1	0,0218	1
Средние значения	0,0233	1	0,0173	1	0,0175	1	0,0275	1

В 2021 году, так же, как и в 2010 г., наименьшие показатели асимметричности листьев наблюдались в районе парка «Березовая роща», но произошло возрастание данного показателя в 4 раза до 0,0173. Ухудшение экологического состояния в 2021 году отмечается и в районе Пригородного леса («Ваньковка»). Показатель асимметричности листьев вырос в 2 раза и составил 0,0233.

В 2021 году наибольшие показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой отмечены в точке железнодорожного вокзала. Рост показателя флуктуирующей асимметрии листьев в данном районе города Ишима составил 1,5 раза. В динамике 11 лет в пределах улиц Луначарского и Толстого, где в 2010 году был зарегистрирован критический уровень состояния по показателям флуктуирующей асимметрии листьев одного из деревьев, напротив, отмечалось значительное улучшение экологического состояния данного района города. Вместе с тем следует отметить, что в 2021 году во всех точках наблюдения по показателям флуктуирующей асимметрии листьев отмечалось благоприятное экологическое состояние территории. Ухудшение экологического состояния в динамике 11 лет, регистрируемое в районе парка «Березовая роща» и Пригородного леса «Ваньковка», можно связать с возрастающей антропогенной нагрузкой на эти территории в результате использования ее в качестве мест отдыха горожан. В

«Ваньковке» нами были обнаружены свалки мусора, которые мы частично убрали в рамках участия в акции «Чистый лес – чистая совесть». Ухудшение экологического состояния территории железнодорожного вокзала, на наш взгляд, обусловлено ростом интенсивности движения автотранспорта в динамике последних лет [4; 20].

Выводы

1. Экологическое состояние города Ишима можно оценить как благоприятное. Средние показатели флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой во всех обследованных точках города не превышали условную норму (0,05).

2. В динамике 11 лет наблюдалось ухудшение экологического состояния большинства районов г. Ишима. В трех районах наблюдений зарегистрировано возрастание показателя флуктуирующей асимметрии листьев от 1,5 до 4 раз по сравнению с 2010 годом.

3. Зарегистрированы различия в экологическом состоянии различных районов города Ишима. Наименьшие показатели асимметричности листьев наблюдались в районе парка «Березовая роща» и в районе Пригородного леса («Ваньковка»). Наибольшие показатели асимметричности листьев наблюдались в районе железнодорожного вокзала. В пределах улиц Луначарского и Толстого, напротив, отмечалось значительное улучшение экологического состояния данного района города.

Список литературы:

1. Природно-исторические аспекты формирования качества жизни населения города Ишима: колл. моногр. / авт.-сост. А.Ю. Левых, А.В. Ермолаева, О.Е. Токарь, С.В. Квашнин, О.С. Козловцева, А.А. Кадысева, А.В. Иванкова, Л.В. Губанова, Л.И. Каташинская; отв. ред. А.Ю. Левых. Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова (фил.) ФГАОУ ВО «ТюмГУ», 2016. 166 с.
2. Здоровье среды: методы оценки / В.М. Захаров и др. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
3. Каташинская Л.И., Губанова Л.В. Влияние качества воды на состояние здоровья населения Тюменской области // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1–8. С. 1878–1881.
4. Каташинская Л.И., Суппес Н.Е. Анализ источников загрязнения атмосферного воздуха в городе Ишиме и влияние химического загрязнения атмосферы на здоровье населения // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. № 2–3. С. 697–701.
5. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. М.: Академия, 2008. 288 с.
6. Константинов Е.Л. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой как биоиндикатора: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Калуга, 2001. 20 с.
7. Солдатова В.Ю. Биоиндикация качества окружающей среды на территории г. Якутска // Сб. науч. тр. молодых ученых. Вып. 1. Якутск, 2005. С. 24–28.
8. Гуртяк А.А., Углев В.В. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317, № 1. С. 200–204.
9. Ашихмина Т.Я. Биоиндикация и биотестирование – методы познания экологического состояния окружающей среды. Киров, 2005. 236 с.
10. Белева Ю.В. Показатели флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth в естественных и антропогенных условиях Тольятти // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2013. Т. 23, № 3. С. 167–174.
11. Гелашвили Д.Б., Чупрунов Е.В., Иудин Д.И. Структурные и биоиндикационные аспекты флуктуирующей асимметрии билатерально-симметричных организмов // Журнал общей биологии. 2004. Т. 65, № 5. С. 433–441.
12. Каташинская Л.И. Состояние здоровья детского населения юга Тюменской области как критерий качества жизни // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2016. № 2 (12). С. 83–89.
13. Каташинская Л.И., Лавриков А.В. Распределение типов кровообращения подростков в зависимости от пола, уровня физической работоспособности и физического развития // Экологический мониторинг и биоразнообразие. 2013. № 1. С. 95–97.
14. Козловцева О.С. Оценка состояния воздушного бассейна отдельных районов г. Ишима (Тюменской области) на основании методов биоиндикации // Урбэко-системы: проблемы и перспективы развития: мат-лы V науч.-практ. конф. / отв. ред. Н.Н. Никитина. Вып. 5. Ишим: Изд-во ИПИ им. П.П. Ершова, 2015. С. 196–197.
15. Опекунова М.Г. Применение флуктуирующей асимметрии листьев березы (*Betula pubescens* Ehrh.) для оценки загрязнения окружающей среды в районе Костомукши // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2014. Вып. 3. С. 58–70.
16. Боголюбов А.С. Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев. М.: Экосистема, 2002. 10 с.
17. Марченко С.И. Методика определения величины асимметрии площадей половинок листьев с использованием компьютерных технологий. Брянск: БГИТА, 2008. 20 с.
18. Баранов С.Г. Изучение признаков для оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки липы мелколистной // Фундаментальные медико-биологические науки и практическое здравоохранение: сб. науч. тр. 1-й междунар. телеконф. Томск, 2010. С. 43–46.
19. Рахмангулов Р.С., Ишбирдин А.Р., Салпагарова А.С. Флуктуирующая асимметрия – показатель дестабилизации или поиск путей адаптивного морфогенеза? // Вестник Башкирского университета. 2014. Т. 19, № 3. С. 831–834.
20. Звягинцева О.Ю. Оценка качества атмосферного воздуха по величине флуктуирующей асимметрии *Betula pendula* Roth // Учёные записки ЗабГУ. Серия: Естественные науки. 2012. № 1. С. 87–91.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p>Каташинская Людмила Ивановна, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, географии и методики их преподавания; Ишимский педагогический институт имени П.П. Ершова (филиал) Тюменского государственного университета (г. Ишим, Тюменская область, Российская Федерация). E-mail: katahinskaya@yandex.ru.</p> <p>Каташинский Артем Игоревич, методист; Центр дополнительного образования детей города Ишима (г. Ишим, Тюменская область, Российская Федерация). E-mail: kata-rfonline@yandex.ru.</p>	<p>Katashinskaya Lyudmila Ivanovna, candidate of biological sciences, associate professor of Biology, Geography and Teaching Methods Department; P.P. Ershov Ishim Pedagogical Institute (Branch) of Tyumen State University (Ishim, Tyumen Region, Russian Federation). E-mail: katahinskaya@yandex.ru.</p> <p>Katashinsky Artem Igorevich, methodologist; Center for Additional Education of Children in the City of Ishim (Ishim, Tyumen Region, Russian Federation). E-mail: kata-rfonline@yandex.ru.</p>

Для цитирования:

Каташинская Л.И., Каташинский А.И. Оценка динамики экологического состояния г. Ишима методом флуктуирующей асимметрии // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 1. С. 69–72. DOI: 10.55355/snv2022111108.