

### Литература

1. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск, 2008. – 969 с.
2. Биологически активные вещества растительного происхождения / Б.Н. Головкин [и др.]. – М.: Наука, 2001 – Т.1. – 350 с.
3. Биологически активные вещества растительного происхождения / Б.Н. Головкин [и др.]. – М.: Наука, 2001. – Т. 2. – 764 с.
4. Дукенбаева А.Д. Динамика накопления эфирного масла в надземной части *Ajania fruticulosa* (Asteraceae) // Растительные ресурсы. – 2006 – Т.42, вып.1. – С.102–107.
5. Противовоспалительные свойства эфирного масла *Artemisia glabella* Kar. et Kir / Р.Б. Сейдахметов [и др.] // Растительные ресурсы. – 2001 – Т.42, вып.1. – С.102–107.



УДК 502. 521:504.61 + 574.24:581:504.5

О.Ю. Звягинцева

#### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ВЕЛИЧИНЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (НА ПРИМЕРЕ УРБАНИЗИРОВАННЫХ И ООПТ ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ)

Представлены результаты исследований величины флуктуирующей асимметрии, которые доказывают, что в период с 2005 по 2010 год наблюдалось существенное ухудшение экологического состояния воздушного бассейна г. Читы, что выражалось в негативном влиянии в основном автотранспорта на стабильность развития березы.

**Ключевые слова:** выбросы, асимметрия, оценка, атмосфера, Восточное Забайкалье.

O.Yu. Zvyagintseva

#### ATMOSPHERIC AIR QUALITY ESTIMATION ON THE BETULA PENDULA ROTH FLUCTUATING ASYMMETRY SIZE (ON THE EXAMPLE OF THE URBANIZED AND SPN AREAS IN EASTERN TRANSBAIKALIA)

The research results of the fluctuating asymmetry size which prove that significant deterioration of the Chita city air resource ecological condition was observed in the period from 2005 till 2010 that was reflected in negative influence basically of motor transport on birch development stability are given.

**Key words:** emissions, asymmetry, estimation, atmosphere, Eastern Transbaikalia.

---

**Введение.** Качество атмосферного воздуха во многом определяет уровень здоровья населения и состояние экологических систем на урбанизированных территориях. К числу наиболее значимых источников загрязнения атмосферного воздуха относятся предприятия теплоэнергетики и автомобильный транспорт, на долю которых приходится наибольшие объемы загрязнителей, образующихся в результате сжигания углеводородного топлива. Используемые в настоящее время в экологическом мониторинге методы контроля качества атмосферного воздуха направлены на определение концентрации отдельных веществ. При этом не учитывается комплексное и сочетанное действие смеси экотоксикантов [1]. В решении этой задачи одним из наиболее перспективных подходов, не требующих значительных финансовых и технических средств, для интегральной характеристики качества окружающей среды является оценка состояния живых организмов по их условиям развития, которые характеризуются уровнем флуктуирующей асимметрии (ФА) морфологических структур [2]. Следовательно, изучение биоиндикационных возможностей ФА листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula Roth*) при оценке качества атмосферного воздуха в климатических условиях Восточного Забайкалья является актуальной социальной задачей для данного региона.

**Цель исследований** – оценить качество атмосферного воздуха методом флуктуирующей асимметрии на примере березы повислой (*Betula pendula Roth*), по их результатам выполнить экологическое районирование исследуемых территорий. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучить показатели стабильности развития березы повислой (*Betula pendula Roth*), находящейся на урбанизированной и особо охраняемой природной территории Восточного Забайкалья.

2. Проанализировать влияние наиболее значимых загрязняющих веществ по данным стационарных постов наблюдений на показатели ФА березы повислой.

3. Оценить использование березы повислой в качестве биоиндикатора и выполнить экологическое районирование города для выявления неблагополучных районов.

**Объекты и методы исследований.** Сбор и обработка материала производились согласно «Методическим рекомендациям...» [2], утвержденным распоряжением Министерством природных ресурсов России от 16.10.03 № 460-р. Оценка симметричности проводилась по пяти параметрам правой и левой половины листа (рис. 1): 1 – ширина левой и правой половинок листа (измерение проводили посередине листовой пластинки) (ширина); 2 – длина жилки второго порядка, второй от основания листа (длина); 3 – расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4 – расстояние между концами этих же жилок; 5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка (угол).

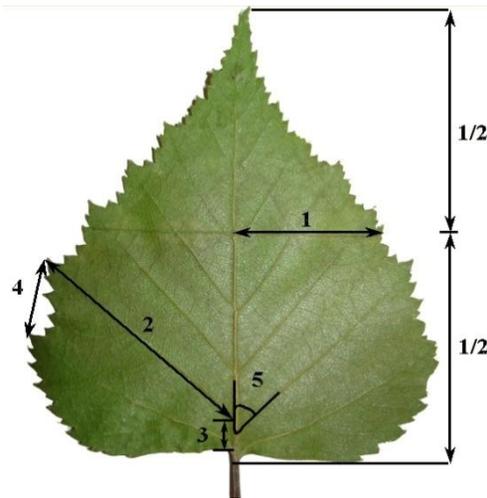


Рис. 1. Схема морфологических признаков листовой пластинки березы повислой для проведения анализа флуктуирующей асимметрии

Для оценки степени отклонений в стабильности развития березы повислой использовалась пяти-балльная оценка (табл. 1).

Таблица 1

**Оценка степени нарушения стабильности развития растений**

Балл	Качество среды	Величина показателя стабильности развития
1	Условно нормальное	< 0,040
2	Начальные (незначительные) отклонения от нормы	0,040–0,044
3	Средний уровень отклонений от нормы	0,045–0,049
4	Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,050–0,054
5	Критическое состояние	> 0,054

В качестве объекта исследований были выбраны насаждения березы повислой, произрастающие на территории города Чита и на территории Ивано-Арахлейского государственного природного ландшафтного заказника регионального значения (контрольная территория). В среднем за период исследования величина интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки повислой в разных точках отбора в городе Чита изменялась в пределах от  $0,040 \pm 0,001$  до  $0,068 \pm 0,001$ , на территории Ивано-Арахлейского государственного природного ландшафтного заказника регионального значения – от 0,032 до 0,057.

Для количественной оценки состояния окружающей среды использовали фондовые материалы Забайкальского межрегионального территориального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ныне ГУ «Читинский ЦГМС-Р»), содержащие информацию об индексе загрязнения атмосферы по пяти приоритетным загрязнителям (ИЗА<sub>5</sub>), данные метеорологических наблюдений климата за 2004–2010 годы, ежегодные доклады МПР Забайкальского края [3,4].

**Результаты исследований и их обсуждение.** В результате исследований получены значения величины флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой по исследуемым территориям вблизи озер Ивано-Арахлейского заказника (табл. 2). Результаты многолетней работы по определению качества среды в Чите и Ивано-Арахлейском заказнике, оцениваемые по величине интегрального показателя флуктуирующей асимметрии, даны в таблице 3. Для занесения и хранения числовых значений измерений использовалось компьютерное программное обеспечение Microsoft Excel, а при статистической обработке материала – следующие параметры: сравнения между выборками проводились с использованием непараметрических (критерии Краскела-Уоллиса, Ньюмена-Кейлса, Фридмана) и параметрических методов статистического анализа (критерия Стьюдента, для множественных сравнений, двухфакторного дисперсионного анализа).

Установлено, что в 2010 и 2007 годах качество среды в заказнике оценивалось 3 баллом (средний уровень отклонений от нормы), в 2004–2009 годах – 2 баллом (начальные (незначительные) отклонения от нормы).

Таблица 2

**Качество среды в Ивано-Арахлейском заказнике, оцениваемое по показателю ФА листовой пластинки березы повислой**

Наименование озера	ПФА	Балл	Качество среды
Арахлей	0,046±0,001	3	Средний уровень отклонений от нормы
Иван	0,044±0,001	2	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
Шакшинское	0,045±0,001	3	Средний уровень отклонений от нормы
Тасей	0,043±0,001	2	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
Иргень	0,042±0,001	2	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
Гужирное	0,038±0,001	1	Условно нормальное
Большой Ундугун	0,037±0,001	1	Условно нормальное
По заказнику	0,042±0,001	2	Начальные (незначительные) отклонения от нормы

Таблица 3

**Качество среды в Чите и Ивано-Арахлейском заказнике, оцениваемое по показателю ФА листовой пластинки березы повислой**

Год наблюдения	Заказник		г. Чита	
	Величина показателя ФА	Балл	Величина показателя ФА	Балл
2005	0,042±0,001 (n=60)	2	0,046±0,001 (n=600)	3
2006	0,043±0,001 (n=3640)	2	0,048±0,001 (n=4187)	3
2007	0,045±0,001 (n=3640)	3	0,049±0,001 (n=4187)	3
2008	0,042±0,001 (n=3640)	2	0,051±0,001 (n=4187)	4
2009	0,042±0,001 (n=3640)	2	0,0543 ±0,001 (n= 1200)	5
2010	0,045±0,001 (n=400)	3	0,0536 ±0,001 (n= 1200)	5

Сравнение полученных значений показателя флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula Roth*) со средними уровнями загрязнения воздуха (мг/м<sup>3</sup>) по взвешенным веществам, фенолу, фор-

мальдегиду, бенз(а)пирену, диоксиду азота за 2005–2010 годы в городе Чите (данные стационарных постов ГУ «Читинский ЦГМС-Р») показало:

1. На территории Ивано-Арахлейского государственного природного ландшафтного заказника наибольшему антропогенному воздействию подвергается наземная экосистема вблизи озер Арахлей и Шакшинское, что можно объяснить наибольшим наличием населенных пунктов и баз отдыха, а также значительным количеством отдыхающих, как в летний, так и в зимний период.

2. Отмечается небольшое снижение загрязнения воздуха вредными веществами в Чите по взвешенным веществам (пыли), диоксиду азота, а увеличение наблюдается по бенз(а)пирену и формальдегиду.

3. Величина показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой реагирует в основном на выбросы бенз(а)пирена (рис. 2).

4. На основании исследования с использованием метода флуктуирующей асимметрии выявлены зависимости величины интегрального показателя ФА от загрязняющих веществ (бенз(а)пирен, взвешенные вещества) и от ИЗА<sub>5</sub>, позволяющие оценить состояние воздушной среды в Восточном Забайкалье.

5. В результате статистической обработки при сравнении среднегодовых значений ИЗА<sub>5</sub> и средних величин интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в Чите выявлена зависимость (рис. 3), описываемая уравнением  $y=879,91x - 24,791$ .

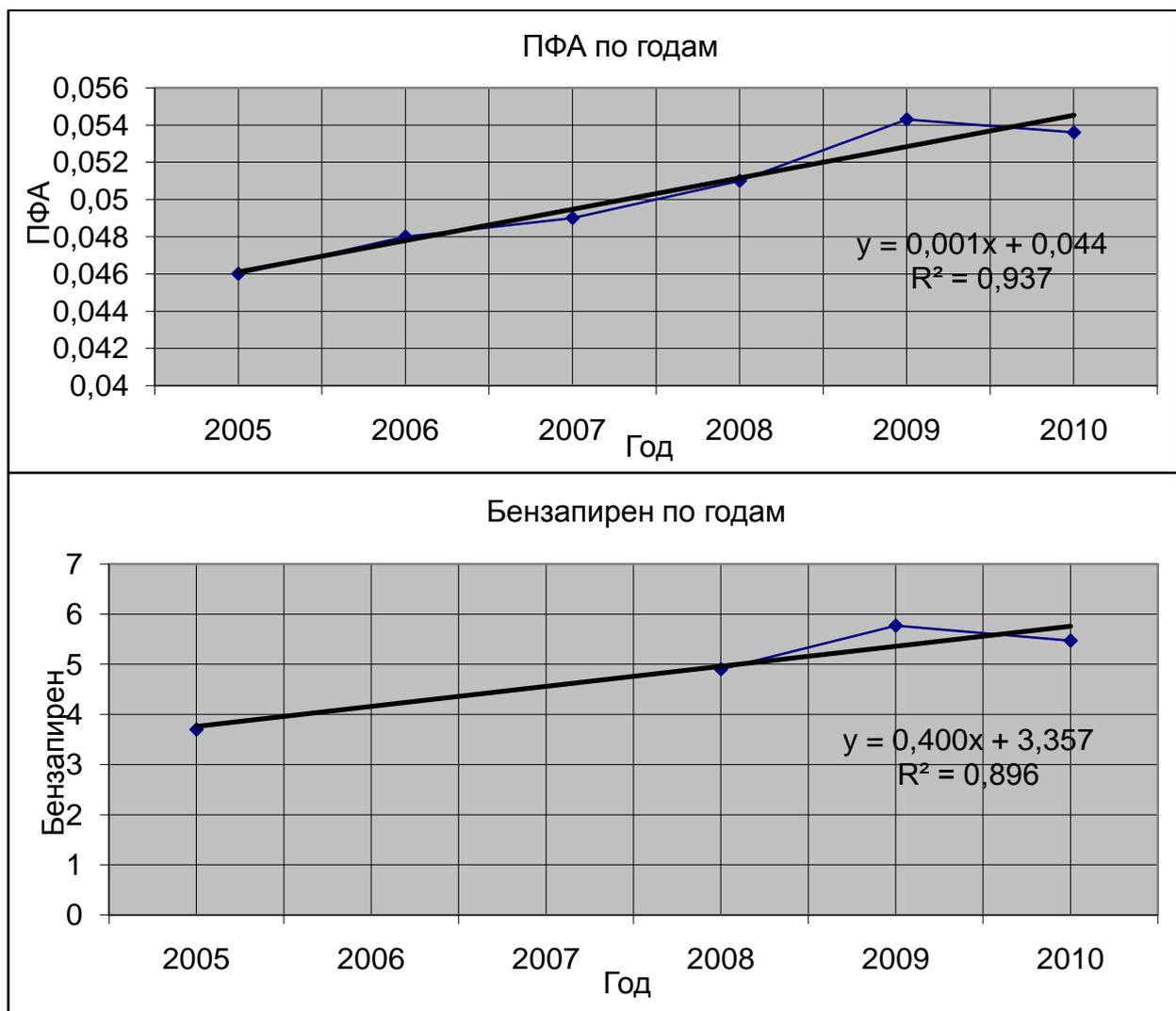


Рис. 2. Сравнение среднего показателя ФА березы повислой со средними уровнями загрязнения воздуха (мг/м³) по бенз(а)пирену за 2005–2010 год в г. Чите

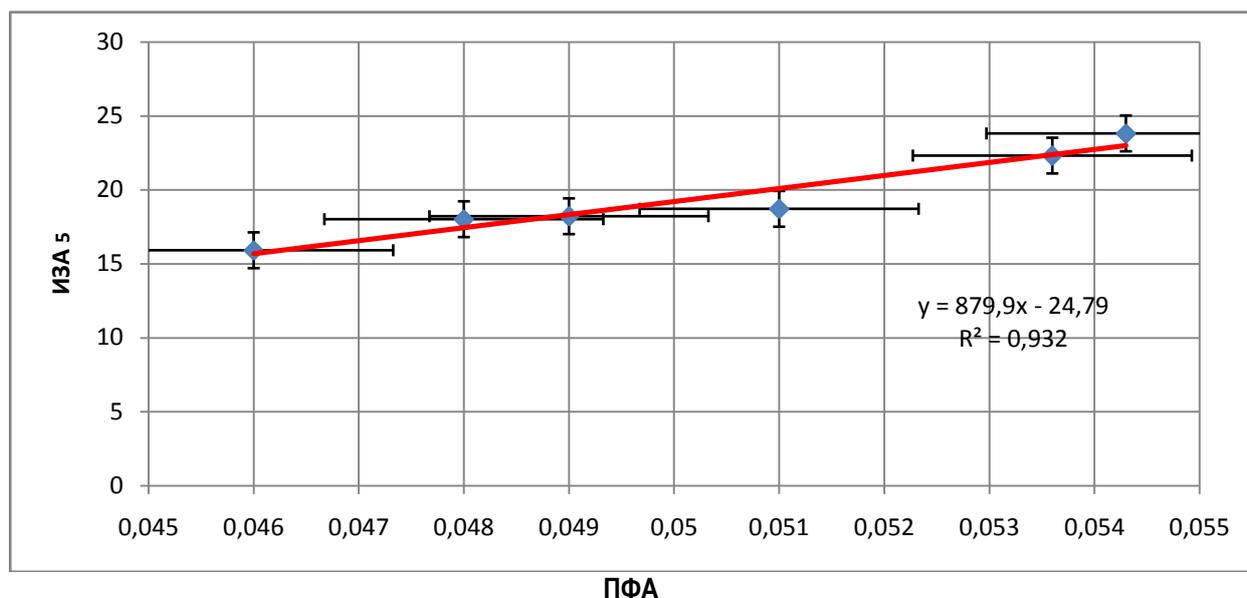


Рис. 3. Сравнение среднего показателя ФА березы повислой с ИЗА<sub>5</sub> за 2005–2010 годах в г. Чите

Данное уравнение позволяет получить величину ИЗА<sub>5</sub> по имеющейся величине интегрального показателя флуктуирующей асимметрии для точек, где нет стационарных постов (составлять прогнозы). Статистическая обработка показала, что дисперсия техногенных факторов в виде ИЗА<sub>5</sub> объясняет дисперсию величины интегрального показателя ФА на 93,27 % (показатель детерминации R<sup>2</sup>=0,9327).

Использование березы повислой в качестве биоиндикатора позволило осуществить районирование исследуемых территорий [5] и составить экологическую карту. Анализ полученной карты Читы позволяет выделить на территории города области экологического комфорта и неблагоприятные участки. Обширная область загрязнения воздушной среды распространяется с юго-запада на северо-восток и приходится на центральную часть города.

Таким образом, можно констатировать, что в период с 2006 по 2010 год наблюдалось существенное ухудшение экологического состояния воздушного бассейна Читы, что выразалось в негативном влиянии в основном автотранспорта на стабильность развития березы.

**Заключение.** Использование метода флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth) как дополнительного позволит улучшить систему мониторинга воздушного бассейна, а иногда и заменить стационарные посты наблюдений, поскольку ГУ «Читинский ЦГМС-Р» вынуждена сокращать их число из-за недофинансирования.

#### Литература

1. Батян А.Н., Фрумин Г.Т., Базылев В.Н. Основы общей и экологической токсикологии: учебное пособие. – СПб.: СпецЛит, 2009. – 352с.
2. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) / В.М. Захаров [и др.] / Министерство природных ресурсов РФ. – М., 2003. – 24 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Читинской области за 2006–2007 годы» / под ред. А.Н. Тарабарко. – Чита, 2008. – 110 с.
4. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Читинской области за 2008–2010 годы» / под ред. А.Н. Тарабарко. – Чита, 2011. – 198 с.
5. Звягинцева О.Ю., Звягинцев В.В. Береза повислая *Betula pendula* как биоиндикатор для оценки качества атмосферного воздуха г. Чита // Адаптивный подход в использовании земельных и водных ресурсов Азиатской России: мат-лы Всерос. науч.-практ. конф. – Чита: Изд-во ЧитГУ, 2011. – С. 135.

