

15. Sauerbeckb. Welche Schwermetallgehalte in Pflanzendurben nicht überschritten werden, um Wachstumsbeeinträchtigungen zu vermeiden? // Landwirtschaftlicher Forschung. Kongressband. – 1982. – S.-H. 16. – P. 59–72.
16. Cottenie A., Dhaese A., Camerlynck R. Plant quality response to the uptake of polluting elements // Qual. Plantarum. 1976. – Vol. 26. – № 3. – P. 293–319.
17. Kabata-Pendias A., Pendias H. Trace Elements in Soils and plants. – 3-rd ed. –CRC Press, Boca Raton, FL, 2001.



УДК 633.878.32:581.522.5(571.51)

И.С. Коротченко

**ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА  
г. КРАСНОЯРСКА НА ВЕЛИЧИНУ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ  
ПЛАСТИНКИ ТОПОЛЯ БАЛЬЗАМИЧЕСКОГО**

*Проведена оценка изменений стабильности развития тополя бальзамического, произрастающего в зоне влияния теплоэлектростанций, по величине флуктуирующей асимметрии. Установлена четкая закономерность изменения асимметрии в листьях исследуемого растения в зависимости от удаления объектов от источников загрязнения.*

**Ключевые слова:** флуктуирующая асимметрия, тополь бальзамический, загрязнение окружающей среды, урбосреда, фитоиндикация.

I.S. Korotchenko

**THE INFLUENCE OF THE KRASNOYARSK HEAT-POWER COMPLEX ON THE SIZE  
OF THE FLUCTUATING ASYMMETRY OF THE BALSAM POPLAR LEAF PLATE**

*The assessment of the development stability change of the balsam poplar, growing in the zone of the heat-power plant influence, on the fluctuating asymmetry size is carried out. The accurate regularity of the asymmetry change in leaves of the studied plant depending on the object distance from pollution sources is determined.*

**Key words:** fluctuating asymmetry, balsam poplar, environmental pollution, urban environment, phyto-indication.

---

**Введение.** Анализ состояния среды города Красноярска показал, что сложившаяся экологическая ситуация оказывает значительную дополнительную нагрузку на природный комплекс и обуславливает антропогенную модификацию сложных естественных факторов, характерных для данного региона, что сказывается на изменении свойств отдельных биотических компонентов и качества среды, которое должно рассматриваться и оцениваться с учетом потребностей всех живых организмов, а оценка отклонения параметров среды от их исходных значений возможна методом биоиндикации.

Экстремальными факторами городской среды Красноярска для древесной растительности выступают абиотические природные стрессоры, такие как природный повышенный уровень запыленности, подтопление, котловинность рельефа, низкая устойчивость ландшафтов в сочетании с техногенными стрессорами, в частности теплоэнергетический комплекс.

В таблице 1 представлены выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий, где производственный процесс основан на сжигании топлива с целью выработки электрической и тепловой энергии (ТЭЦ, котельные и др.) [2].

Тепловые электростанции и теплоэлектроцентрали, вырабатывающие электрическую и тепловую энергию на базе сжигания органических видов топлива, оказывают значительное отрицательное воздействие на окружающую среду. С дымовыми газами электростанций в воздушный бассейн выбрасывается большое число твердых и газообразных загрязнителей, среди которых такие вредные вещества, как зола, оксиды углерода, серы и азота. Помимо этого в воздушный бассейн попадает огромное количество диоксида углерода и водяных паров

Таблица 1

**Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от сжигания топлива (предприятия энергетики) в 2013 году**

Город	Количество предприятий	Загрязняющие вещества:					Итого
		Твердые	Диоксид серы	Оксид углерода	Оксиды азота	Углеводороды (с ЛОС)*	
Красноярск	200	15,21	21,94	15,6	20,23	0,08	73,09

\*ЛОС – летучие органические вещества.

Основными источниками антропогенного воздействия на атмосферный воздух, определяющими уровень загрязнения городов и районов Красноярского края, среди предприятий топливно-энергетического комплекса края являются: ОАО «Назаровская ГРЭС», ОАО «Красноярская ТЭЦ-1» и ОАО «Енисейская ТГК» (ТГК-13) – филиал «Красноярская ТЭЦ-2», филиал ОАО «ЭОН Россия» – Березовская ГРЭС, филиал ОАО «ОГК-2» – Красноярская ГРЭС-2. На долю этих предприятий в целом по отрасли приходится 61,6 % выбросов (табл. 2) [2].

Таблица 2

**Основные предприятия-загрязнители атмосферного воздуха в отрасли производства и распределения электроэнергии, газа и воды (2011–2013 гг.)**

Предприятие	Выбросы в атмосферу, тыс. т			Доля предприятий в выбросах, %					
	2011	2012	2013	отрасли			края		
				2011	2012	2013	2011	2012	2013
ОАО «ОГК-2» – филиал «Красноярская ГРЭС-2»	59,3	65,9	44,8	23,1	23,4	31,6	10,5	10,2	7,7
ОАО «Назаровская ГРЭС»	60,3	55,0	40,9	23,5	19,6	28,8	10,7	8,5	7,0
ОАО «ЭОН Россия» – филиал «Березовская ГРЭС»	29,3	27,8	25,0	11,4	9,9	17,6	5,2	4,3	4,3
ОАО «Красноярская ТЭЦ-1»	20,7	22,5	17,6	8,1	8,0	12,4	3,7	3,5	3,0
ОАО «Енисейская ТГК» (ТГК-13) – филиал «Красноярская ТЭЦ-2»	17,2	17,3	13,6	6,7	6,2	9,6	3,1	2,7	2,3
Итого	186,8	188,5	141,9	72,8	67,0	58,9	33,2	29,3	24,4
Суммарные выбросы по отрасли	256,4	281,8	241,0	100	100	100			
Суммарные выбросы по краю	562,3	644,2	581,7				100	100	100

Оценка природных ресурсов и их рационального использования становится особо актуальной, поэтому широкое распространение получили прикладные исследования в данном направлении. Древесная растительность является объектом интенсивного использования человеком на протяжении многих лет. Особую ценность при этом приобретают наиболее устойчивые к различным химическим, механическим и другим воздействиям древесные растения. Стоит отметить, что именно этими качествами и характеризуется тополь бальзамический. Данный вид отличается быстрым ростом, декоративностью, высокой устойчивостью к действию различных экологических факторов и малотребовательностью к условиям произрастания. Все эти качества тополя обусловили достаточно интенсивное использование данного вида в защитном озеленении промышленных территорий [1].

Растения позволяют оценить весь комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку они ассимилируют вещества и подвержены прямому воздействию одновременно двух сред: из почвы и из воздуха. В связи с тем, что растения ведут прикрепленный образ жизни, состояние их организма отражает состояние конкретного локального места обитания [4].

Одним из наиболее распространенных способов оценки антропогенного воздействия является метод оценки качества среды по нарушению стабильности развития – флуктуирующая асимметрия (ФА).

**Цель исследований.** Оценка степени антропогенной нагрузки (влияние теплоэнергетического комплекса) по величине показателей асимметрии листьев тополя бальзамического, произрастающего в г. Красноярске.

**Объекты и методы исследований.** Определение асимметрии листовой пластинки у тополя бальзамического (см. рис. 5) и оценку стабильности развития проводили по методике В.М. Захарова с соавторами [3]. Интегральный показатель ФА рассчитывали по следующим пяти признакам для левой и правой сторон листа: 1 – ширина половинки листа; 2 – длина второй от основания 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.

Материалом исследования служили растительные образцы. Отбор образцов проводили по радиальной сетке от основного источника выбросов загрязняющих веществ – ТЭЦ на территории основных промышленных зон г. Красноярск (рис. 1).

Сбор материала проводился после завершения интенсивного роста листьев в конце сентября 2014 г. Выборку листьев делали с нескольких близко растущих тополей, примерно одного возраста, по 100 листьев с участков на расстоянии 5 м (№1), 300 м (№2), 1000 м (№3) от ТЭЦ-1 (рис. 2), ТЭЦ-2 (рис. 3), ТЭЦ-3 (рис. 4).

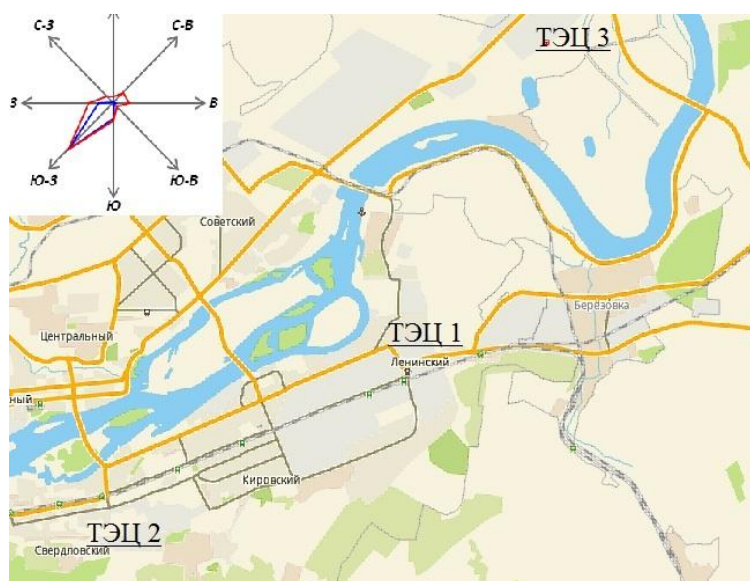


Рис. 1. Точки сбора растительного материала



Рис. 2. Красноярская ТЭЦ-1



Рис. 3. Красноярская ТЭЦ-2



Рис. 4. Красноярская ТЭЦ-3



Рис. 5. Тополь бальзамический (*Populus balsamifera*)

**Результаты исследований и их обсуждение.** Результаты исследований показали, что ФА листа тополя бальзамического в точках отбора образцов варьировала от 0,065 до 0,076 (табл. 3). В исследуемых участках ФА листа *Populus balsamifera* характеризует состояние окружающей среды как критическое. Наибольшие значения ФА выявлены в зоне влияния ТЭЦ-2, что соответствует 5 баллам по шкале оценки качества среды по величине ФА и характеризуется как критическое состояние среды. В немного лучшей экологической ситуации находятся зоны влияния ТЭЦ-3, средний показатель ФА листьев тополя бальзамического в этом районе составляет 0,067, что соответствует 4 баллам по шкале оценки качества среды по величине ФА и характеризуется как существенное отклонение от нормы.

Таблица 3

**Флуктуирующая асимметрия листа *Populus balsamifera* разных промышленных зон г. Красноярск**

Участок	Расстояние от ТЭЦ, м	Величина интегрального показателя флуктуирующей асимметрии	Балл [3]
ТЭЦ-1	5	$0,075 \pm 0,0021$	5
	300	$0,074 \pm 0,0021$	5
	1000	$0,071 \pm 0,0022$	5
ТЭЦ-2	5	$0,076 \pm 0,0021$	5
	300	$0,075 \pm 0,0021$	5
	1000	$0,072 \pm 0,0022$	5
ТЭЦ-3	5	$0,069 \pm 0,0020$	4
	300	$0,068 \pm 0,0021$	4
	1000	$0,065 \pm 0,0021$	4

В условиях высокого загрязнения для листьев тополя бальзамического установлена явная закономерность увеличения флуктуирующей асимметрии в зависимости от удаленности от источника загрязнения (рис. 6).

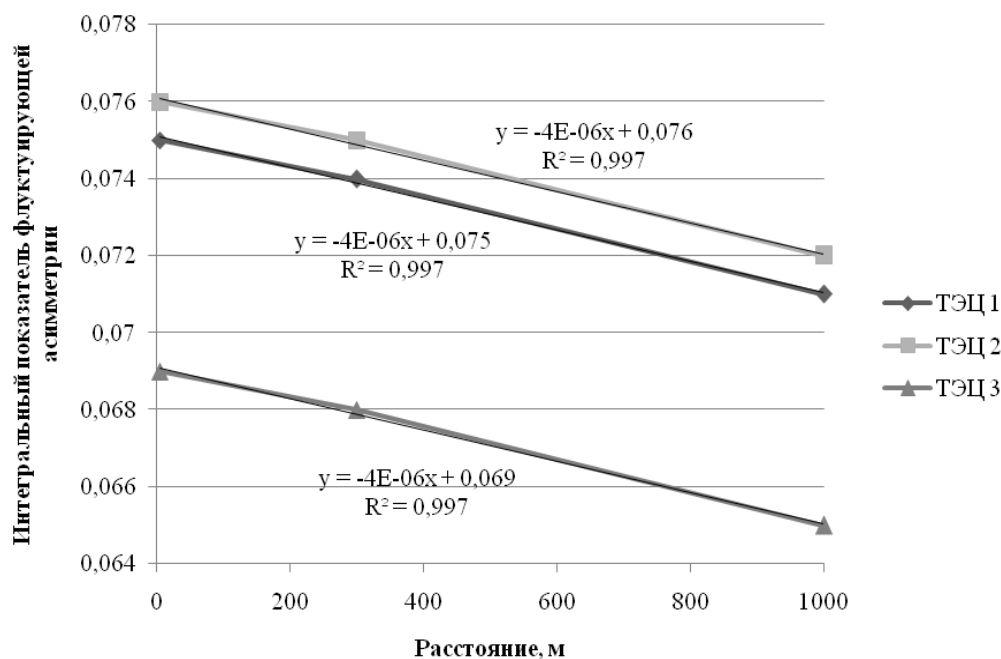


Рис. 6. Зависимость интегрального показателя флуктуирующей асимметрии листьев тополя бальзамического, произрастающего в г. Красноярске, от расстояния относительно ТЭЦ

Полученные данные указывают на нестабильность развития тополя бальзамического под действием антропогенного стресса и подтверждают ранее отмеченные нарушения ФА в исследуемом растении [5, 6].

**Выводы.** В условиях действия теплоэнергетического комплекса на окружающую среду выявлена низкая стабильность развития в насаждениях тополя бальзамического. Более значительные отклонения в развитии листьев тополя бальзамического выявлены в районе влияния ТЭЦ-2.

Показатель ФА тополя бальзамического может быть использован для оценки состояния деревьев данного вида.

### Литература

1. Бакиев И.Ф. Анализ состояния насаждений тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) на территории Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.02.08. – Оренбург, 2012. – 18 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году». – Красноярск, 2014. – 282 с.
3. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. Здоровье среды: методика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 66 с.
4. Коротченко И.С. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки тополя бальзамического (*Populus balsamifera*) в оценке качества среды города Ачинска // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2014. – № 6. – С. 10.
5. Коротченко И.С. Флуктуирующая асимметрия листьев тополя как тест-система в условиях автотранспортного загрязнения // Международный журнал экспериментального образования. – 2014. – № 6. – С. 56–57.
6. Скрипальщикова Л.Н., Стасова В.В. Биоиндикационные показатели стабильности развития насаждений в нарушенных ландшафтах // Сибирский лесной журнал. – 2014. – № 2. – С. 62–72.



УДК 502.72.551.5(571.53/.55)

О.Д. Ермакова

#### К ХАРАКТЕРИСТИКЕ КЛИМАТА ПЕРВОЙ ТРЕТИ ЗИМНЕГО СЕЗОНА В ЮЖНОМ ПРИБАЙКАЛЬЕ

*В статье показано, что отклонения в режиме погоды, произошедшие в Южном Прибайкалье в течение 1974–2013 годов, привели к заметным изменениям режима природных явлений.*

**Ключевые слова:** статистический анализ, температура воздуха, первая треть зимнего сезона, режим природных явлений.

O.D. Ermakova

#### TO THE DESCRIPTION OF THE CLIMATE OF THE WINTER SEASON FIRST THIRD IN THE SOUTH PRIBAIKALYE

*It is shown in the article that the deflections in the weather mode that occurred in the South Pribaikalye during 1974–2013 resulted in the noticeable changes of the natural phenomenon mode.*

**Key words:** statistical analysis, air temperature, first third of winter season, natural phenomenon mode.

---

**Введение.** Проблема глобального изменения климата в настоящее время весьма актуальна, поскольку влияние погоды на природные явления неоспоримо. Развитие природного комплекса зависит от особенностей климата, главным образом от температурного режима местности. Первым субсезоном зимнего сезона является «первозимье». На южном побережье оз. Байкал он ограничивается следующими природными явлениями: начало – установление постоянного снежного покрова (дата); окончание – относительно регулярный переход максимальной температуры воздуха ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  (дата).

**Цель исследований.** Выявить изменения в режиме температуры воздуха и природных явлений, которые характеризуют субсезон «первозимье», произошедшие за период с 1970 по 2014 год. Рассматриваются статистические характеристики следующих параметров: а) дата начала