

$M$  – приведенная масса годового выброса загрязнений предприятием, усл. т/год.

Значение приведенной массы годового выброса загрязнений в атмосферу учитывает относительную опасность вещества и определяется по формуле:

$$M = A_i \times m_i \quad (3)$$

где  $A_i$  – показатель относительной агрессивности примесей  $i$ -го вида, усл. т/т;

$m_i$  – фактическая масса годового выброса примеси  $i$ -го вида, т/год;

$i$  – вид примеси ( $i = 1, 2, 3 \dots n$ ).

Значение фактической массы  $m_i$  определяется по формуле

$$m_i = C_i \times V \quad (4)$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го загрязнителя, г/м<sup>3</sup>;

$V$  – объем газопылевого выброса предприятия в атмосферу, млн. м<sup>3</sup>/год.

Расчет предотвращенного ущерба, возникшего в результате очистки загрязненного воздуха

Объемы газопылевых выбросов до и после внедрения очистки следует принять одинаковыми.

На данном участке предприятия удаляется 144000 кг воздуха/сут или 52560000 кг/год.

Переведем объем воздуха в м<sup>3</sup>/год, учитывая плотность воздуха при 20°C

$$\rho = 1.2041 \text{ кг/м}^3$$

$$V = m / \rho = 52560000 / 1.2041 =$$

$$= 43650859 \text{ м}^3/\text{год} = 43.6 \times 10^6 \text{ м}^3/\text{год}$$

Рассчитываем экологический ущерб до очистки воздуха

– Фактическая масса талька  $m = C \times V$ ,

где  $C$  – концентрация талька в загрязненном воздухе

$$C = 37,5 \text{ г/м}^3 = 0,037 \text{ кг/м}^3 = 37,5 \times 10^{-6} \text{ т/м}^3;$$

$$m_1 = 37,5 \times 10^{-6} \times 43.6 \times 10^6 = 1635 \text{ т/год}$$

– Приведенная масса талька  $M = A \times m$ ,

где  $A$  – коэффициент относительной опасности вещества, усл.т/т;  $A_{\text{тальк}} = 35$

$$M_1 = 35 \times 1635 = 57225 \text{ усл.т/год}$$

– Экологический ущерб до очистки воздуха

$$Y_1 = \gamma \times a \times f \times M_1,$$

где  $\gamma = 260,5$  руб/усл.т (с учетом индекса-дефлятора по отраслям промышленности на 2011 год)

$$a = 4$$

$$f = 3,4$$

$$Y_1 = 260,5 \times 4 \times 3,4 \times 57225 = 20273673 \text{ руб/год}$$

Рассчитываем экологический ущерб после очистки воздуха

– Фактическая масса талька в воздухе после очистки  $m$  составляет с учетом степени очистки 2% от массы до очистки

$$m_2 = 1635 \times 0,02 = 32,7 \text{ т/год}$$

– Приведенная масса талька после очистки воздуха

$$M_2 = 35 \times 32,7 = 1069,3 \text{ усл т/год}$$

– Экологический ущерб после очистки воздуха от пыли талька

$$Y_2 = 260,5 \times 4 \times 3,4 \times 1069,3 = 3788316 \text{ руб/год}$$

Рассчитываем предотвращенный ущерб в результате очистки газопылевых выбросов

– Предотвращенный ущерб

$$Y_{\text{пр}} = Y_1 - Y_2$$

$$Y_{\text{пр}} = 20273673 - 3788316 = 16485357 \text{ руб/год}$$

#### Результаты расчетов

– фактическая масса талька до очистки  $m = 1635$  т/год

– приведенная масса талька до очистки

$$M = 57225 \text{ усл.т}$$

– ущерб до очистки  $Y_1 = 20273673$  руб/год

– фактическая масса талька после очистки

$$m = 32,7 \text{ т/год}$$

– приведенная масса после очистки

$$M = 1069,3 \text{ усл т/год}$$

– ущерб после очистки воздуха от пыли талька

$$Y_2 = 3788316 \text{ руб/год}$$

– предотвращенный ущерб  $Y_{\text{пр}} = 16485357$  руб/год

#### Вывод

При выполнении данной работы был произведен расчет предотвращенного экологического ущерба атмосферному воздуху в результате очистки загрязненного тальком воздуха с помощью рукавных фильтров. Предотвращенный ущерб составил более 16 млн руб в год. Установка очистки воздуха позволяет предприятию

1. снизить плату за вредные выбросы
2. снизить ущерб окружающей среде
3. снизить расходы по оплате временной нетрудоспособности, профессиональных заболеваний, возникающих в результате воздействия вредных веществ
4. снизить штрафы, судебные издержки за превышение нормативов загрязнения окружающей среды
5. сохранить имидж экологически состоятельного предприятия
6. сохранить налоговые и инвестиционные льготы
7. повысить производительности труда
8. уменьшить потери рабочего времени из-за увеличения заболеваемости.

#### Список литературы

1. Старьгин А.В., Верещагин В.И., Днепровский С.Н., Агафонова А.И., Овсянникова Т.А. Оценка влияния свойств тальков различных производителей на показатели качества композиций полипропилена. ООО «Томскнефтехим». ТПУ – Томск.
2. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. – 271 с.: ил., библиогр.

#### ИЗМЕНЕНИЕ ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТЬЕВ *BETULA PENDULA ROTH* И *ACER NEGUNDO* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВЕ ВОСТОЧНОГО АДМИНИСТРАТИВНОГО ОКРУГА ГОРОДА МОСКВЫ

Родионова Е.А., Зубкова В.М.

Российский государственный социальный университет,  
Москва, e-mail: poroji@yandex.ru

Как известно, в результате интенсивного использования природных ресурсов происходит разрушение природных систем и интенсивное загрязнение среды, антропогенное воздействие на окружающую среду приводит к возникновению масштабных трудноразрешимых противоречий между сохранением природы и интересами развития производства. Решение проблем, связанных со значительным ухудшением окружающей природной среды, занимает сейчас одно из главенствующих мест при выработке стратегии экологически устойчивого социально-экономического развития промышленно развитых стран, в том числе и России.

При всей важности проведения оценки качества среды с применением различных подходов (включая физические, химические, социальные и другие аспекты) по прежнему приоритетной представляется биологическая оценка. Состояние, степень развития, изменение морфологических, структурно-функциональных характеристик различных видов живых организмов и самого человека является ключевым моментом. Поэтому в последние годы в круг фундаментальных исследований проблем экологии территории России широко вовлечены и биоиндикационные методы контроля состояния экосистем.

В большинстве случаев для оценки качества среды считается достаточно сравнения содержания поллютантов в разных компонентах экосистем с нормативными предельно допустимыми концентрациями (ПДК). Но многообразие загрязняющих веществ и видов воздействия на окружающую среду уже сейчас исчисляется тысячами наименований и продолжает расти. Это означает, что определение содержания каждого токсиканта в компонентах среды, учет кумулятивных и синергических эффектов взаимодействия становится очень затруднен. В такой ситуации получение интегральной информации о качестве среды и ее пригодности для существования человека посредством оценки состояния живых существ представляется особенно важным [2].

Оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур основана на выявлении, учете и сравнительном анализе асимметрии у разных видов живых организмов по определенным признакам.

В основе данного метода лежит следующая закономерность: в оптимальных для существования вида условиях наблюдается наименьший уровень фенотипических отклонений от нормы. Любые стрессовые воздействия вызывают появление отклонений от нормального строения различных морфологических признаков по причине нарушения индивидуального развития. Последствия этих нарушений могут быть оценены на основе анализа флуктуирующей асимметрии, характеризующей мелкие ненаправленные нарушения гомеостаза развития природных популяций билатерально симметричных организмов и являющейся ответом организма на состояние окружающей среды [3].

Оценка стабильности развития листьев берёзы повислой сводится к оценке флуктуирующей асимметрии. На практике это означает учет различий в значениях признака слева и справа. Величина флуктуирующей асимметрии рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Использование такой относительной величины необходимо для того, чтобы выявить зависимость величины асимметрии от величины самого признака.

Никакой специальной обработки и подготовки не требуется. Материал может быть обработан сразу после сбора или позднее. Оценка проводится на модельных площадках. Затем оценка нарушения стабильности развития оценивается по пятибалльной шкале.

Целью наших исследований явилось изучение особенностей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula Roth*) и клёна ясенелистного (*Acer negundo*) и возможностей использования этого показателя для биоиндикационной оценки качества среды на территории Восточного административного округа города Москвы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Разработать базу данных морфологических признаков листьев *Betula pendula Roth* и *Acer negundo*;
2. Дать эколого-геохимическую оценку почв Восточного административного округа по содержанию тяжелых металлов;
3. Определить интегральный показатель флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula Roth* и *Acer negundo*;
4. Определить бальную оценку степени загрязненности территории.

В качестве объектов исследования в данной работе использовалась *Betula pendula Roth* и *Acer negundo*;

Эти виды достаточно давно и успешно используются как виды-биоиндикаторы качества окружающей среды.

Предмет исследования: флуктуирующая способность *Betula pendula Roth* и *Acer negundo*.

Восточный административный округ города Москвы – это район с высоким производственным потенциалом, на его территории расположен ряд крупных промышленных зон («Соколиная гора», «Прожектор», «Перово»), автомагистралей (МКАД, шоссе Энтузиастов, Вешняковская ул., Зеленый проспект, Перовская ул.), районная тепловая станция (РТС) «Перово», а также мусоросжигательный завод в Руднево, имеющие различную техногенную геохимическую специализацию выбросов. Все эти объекты являются основными источниками загрязнения городской среды тяжёлыми металлами и, в первую очередь, почвенного покрова, который достаточно сильно изменен под воздействием процессов урбанизации и техногенеза [1].

Нами были выбраны пять точек для исследования. Все точки, за исключением фоновой, расположены на селитебных территориях и близости имеют один из источников загрязнения (выбросы от дорог, промышленных предприятий), расположение точек показано на рисунке 1.

Исследования проводили летом 2014 года. Определение содержания тяжелых металлов осуществляли по ГОСТ 17.4.4.02-84 Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.

При исследовании почвенного покрова определена кислотность почвы (потенциометрическим методом), гранулометрический состав почв (органолептическим методом) и массовые концентрации кадмия, свинца, меди и цинка, (методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе ТА- Lab).

В указанных точках собрано и проанализировано по 10 выборок листьев *Betula pendula Roth* и *Acer negundo*.

Сбор материала производился согласно методике оценки состояния природных популяций по стабильности развития (Захаров и др., 1996).

Выбирались деревья с четко определяющимися признаками берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*) и клёна ясенелистного (*Acer negundo*).

Во избежание попадания гибридных форм сбор материала производили после завершения интенсивного роста листьев – в июле-августе.

На каждой пробной площади было собрано по 20 листьев с 10 деревьев. При сборе материала, добиваясь приблизительной однородности образцов, были соблюдены одинаковые условия сбора листьев: примерный возраст деревьев (для сбора материала использовали только средневозрастные растения, пропуская молодые экземпляры и старые), их удаление от дорог, условия освещения, местоположение листа на кроне дерева, средняя величина листа.

Листья брали из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток (стараясь задействовать ветки разных секторов кроны). Учитывался тип побега – использовали листья только с укороченных побегов. Листья брали, примерно, одного, среднего для данного вида размера.

Для возможного последующего анализа каждой особи, листья с одного дерева связывали ниткой по черешкам. Собранная таким образом выборка помещалась в полиэтиленовый пакет и снабжалась этикеткой. Выборки обрабатывали сразу после сбора.

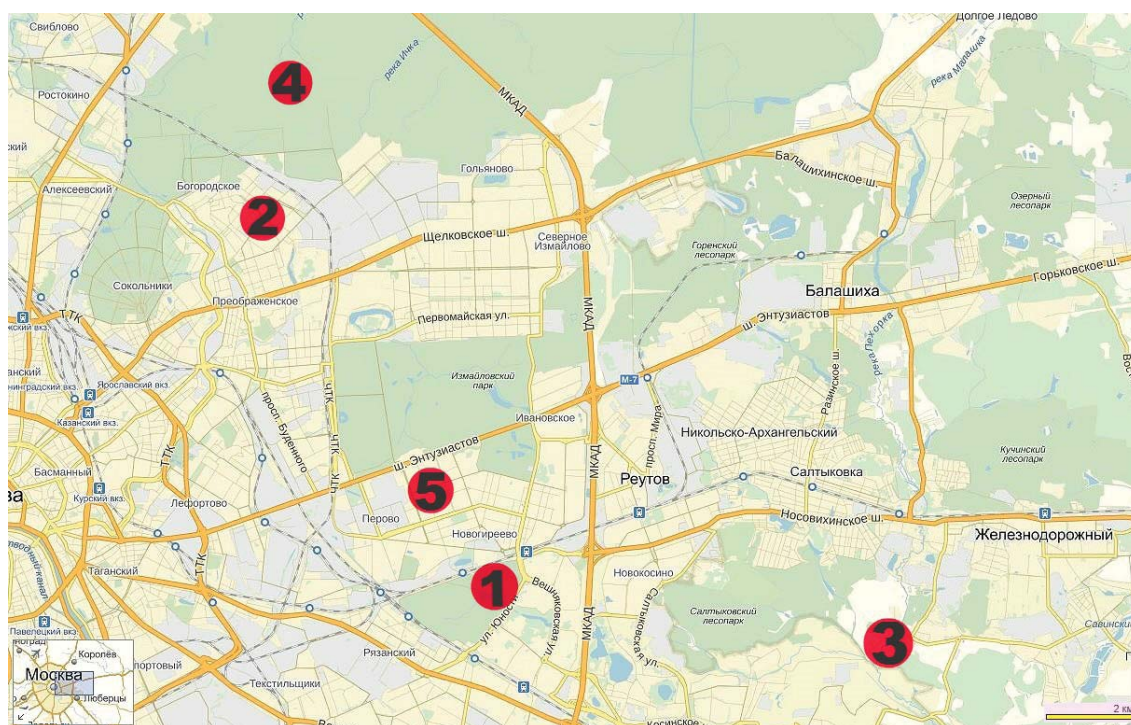


Рис. 1. Участки исследования на карте города Москвы.  
 1) Косино (Оранжерейная ул., 23); 2) Глебовская ул., 20; 3) Руднево (д. Фенино);  
 4) Лосиный остров (фон); 5) Ш. Энтузиастов (1-ая Владимирская ул., 3).

Для измерения лист помещали пред собой брюшной (внутренней) стороной вверх. С каждого листа снимали показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа:

1. ширина левой и правой половинок листа,
2. длина жилки второго порядка, второй от основания листа,
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.

По промеренным числовым значениям измерений сначала для каждого листа вычисляли относительные величины асимметрии для каждого признака. Затем вычисляли показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммировали значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делили на число признаков. На последнем этапе вычисляли интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляли среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа.

В результате исследования были определены основные статистические показатели, характеризующие распределение значений параметров листовой пластинки берёзы повислой и клёна ясенелистного.

Далее по пятибалльной шкале определена степень загрязнённости территории. Данные представлены в таблице 1.

Как показывают результаты исследований, в критических условиях обитания находятся берёзы, расположенные на Глебовской улице и в Руднево; средний уровень отклонения от нормы зафиксирован у листьев берёз, произрастающих на Оранжерейной улице и Лосином острове.

Таблица 1

Оценка степени выявленных отклонений от нормы\*

Номер участка	Величина интегрального показателя асимметрии	Балльная оценка по величине интегральных показателей
1б	0,047	III балла
1к	0,128	V баллов
2б	0,059	V баллов
2к	0,088	V баллов
3б	0,084	V баллов
3к	0,096	V баллов
4б	0,047	III балла
5б	0,101	V баллов
5к	0,043	II балла

\*Примечание. б – берёза; к – клён.

Величина интегрального показателя асимметрии у листьев клёна в трех точках исследований (в точке 4 отбор не проводился в связи с отсутствием клёна), значительно превосходила данный показатель у берёзы. Все исследованные деревья *Acer negundo* в точках 1-3 произрастают в условиях критического состояния окружающей среды.

На 1-ой Владимирской улице интегральный показатель асимметрии листьев клёна свидетельствует о незначительном отклонении условий произрастания от нормы.

Одной из причин различного состояния деревьев являются неодинаковые почвенные условия, в частности, различный уровень содержания тяжелых металлов и степень кислотности (табл. 2).



Таблица 2

Содержание тяжелых металлов  
в почве исследуемых участков, мг/кг

Номер участка	рН	Содержание металлов, мг/кг			
		Cd	Pb	Cu	Zn
1	6,35	0,37	38	33	21
2	6,30	0,56	38	20	29
3	6,39	1,90	37	20	40
4	4,84	0,25	17	20	29
5	5,59	0,56	10	20	7,1

Определение коэффициентов валового загрязнения почв тяжелыми металлами указывает на превышение фонового содержания кадмия в 1,5 – 7, 6 раза; свинца – в 1-7 – 3,8 раза; меди на отдельных участках – в 1, 5 раза и цинка – в 3-5,6 раза. Наибольшей суммой концентраций в долях от фонового содержания каждого элемента характеризуются 1-й, 2-ой и 3-ий участки, что практически полностью согласуется с состоянием листьев деревьев.

Таким образом, изменение химического состава почв, увеличение содержания в них тяжелых металлов оказывает отрицательное влияние на осуществление ряда важных функций растений, и, в первую очередь, повышает уровень морфологических нарушений.

#### Список литературы

1. Власов Д.В. Эколого-геохимическое районирование территории восточного округа Москвы по снежному покрову // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 10. – С. 1472-1477.
2. 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. – 200 с.
3. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Введ. 16.10.03. № 460-Р. – М., 2003.

#### СОХРАНЕНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ МЕГАПОЛИСА

Шустова М.В., Гапоненко А.В.

*Российский государственный социальный университет,  
Москва, e-mail: futbolo4ka14@yandex.ru*

Одной из проблем, сопровождающих развитие мегаполисов в современном мире, является уменьшение биологического разнообразия, в том числе сокращение видового разнообразия. Видовое разнообразие, обусловлено длительным процессом эволюции, составляет основу целостности экосистем и биосферы в целом. Выпадение нескольких или даже одного биологического вида ведет к нарушению целостности, и возможно даже привести к разрушению экосистем. В современном мире под натиском мегаполисов биологическое разнообразие на их территории постепенно уменьшается и его сохранение является актуальным. Развиваясь, любой мегаполис вольно или невольно отнимает природную территорию видов, проживающих на данной территории. Животные и птицы проигрывают эту «войну» за территорию. Они или вымирают или приспособляются. Задача сохранения биоразнообразия в городе – это задача сохранения природных сообществ, которые формируют среду обитания и делают ее благоприятной для человека: регенерируют воздух и воду, смягчают микроклимат, обеспечивают психологический комфорт и пр. Вместе с тем в полной мере решение этой задачи невозможно, так как не все виды организмов способны адаптироваться к городской среде. Если же учесть экосистемные закономерности, то приходится при-

знать, что техногенное воздействие на природные экосистемы стимулирует в них в соответствии с принципом Ле-Шателье процессы противодействия, направленные на ликвидацию последствий воздействия, восстановление экологического равновесия и разрушение техносферы. Исследования последних лет выявили динамику и механизмы приспособления многих обитателей города к новым условиям и позволили сформулировать некоторые принципы планирования развития городов с учетом экологических факторов [4].

Москва не исключение. В городах наблюдается общая тенденция уменьшения числа видов от окраин к центру города, что связано с промышленным и транспортным загрязнением, повышением уровня застройки, наличия зеленых зон, возможности добычи пропитания. При планировании развития города необходимо учитывать емкость сосуществующих с ним природных экосистем. Она определяется их способностью к регенерации изъятых ресурсов и к регенерации природных резервуаров – воздушного, водного бассейна, земель, а также мощностью потоков биогеохимического круговорота. Наряду с ростом населения, урбанизация являлась доминирующей тенденцией развития человечества в XX веке. Степень и характер влияния городов на природные экосистемы зависят от многих факторов: численности и плотности городского населения, его экономического положения, от специфики промышленных предприятий, типа застройки, а также от климата и географического положения. Вместе с тем можно выделить некоторые функциональные зоны, характерные для любого города. Центр города – ядро культурно-бытовой инфраструктуры города: общественных, торговых, культурных планировочных единиц; здесь сходятся также основные транспортные магистрали. Селитебные территории города заняты жилой застройкой, вместе с зданиями общественного назначения, уличной сетью и зелеными участками. Внеселитебные территории включают промышленные, коммунально-складские зоны и магистрали пригородного транспорта. Основой существования города зачастую является комплекс промышленных предприятий. Промышленные зоны могут занимать от 20 до 60% всей территории города. Профиль этих предприятий, их расположение определяют основные типы загрязнений и характер их распространения в окружающей среде (в воздухе, воде, почве). Взаимное расположение этих функциональных зон в значительной мере зависит от того, стихийно ли складывалась структура города в историческом формировании (концентрическая и пятнистая застройка), или же город строился планомерно, с четким зонированием территорий. Большое влияние на окружающую город территории и городскую среду оказывают транспортные потоки и их организация [3].

Для сохранения биоразнообразия мегаполиса (в местах естественного обитания) создаются особо охраняемые природные территории. Обеспечение сохранения биологического разнообразия должно основываться на надежной инвентаризации таксонов, которая в настоящее время еще далека от завершения. Относительно полно выявлено биологическое разнообразие млекопитающих, птиц, рыб, земноводных и пресмыкающихся, значительно слабее изучены в этом отношении растения (в т. ч. сосудистые) и насекомые. Изученность биологического разнообразия бактерий составляет всего около 10%, грибов и лишайников – 8, вирусов – 4%.

Биологическое разнообразие сообществ может оцениваться по соотношению различных структурно-функциональных элементов. В качестве таких элементов могут выступать экологические или эколого-