

МУНИЦИПАЛЬНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ШКОЛЬНИКОВ
«ЖИТЬ УВЕРЕННО И БЕЗОПАСНО»

**Оценка качества воздушного бассейна города Братска
методами фитоиндикации
(исследовательская работа)**

Автор:

Ендовицкая Анастасия,
8 кл, МБОУ «СОШ № 26»

Руководитель:

Гнаткович Павел Сергеевич,
учитель биологии,
МБОУ «СОШ № 26»

Братск 2021

Содержание

	стр.
Введение	3
1. Обзор литературных источников	4
2. Объект и методика исследования	5
3. Результаты работы	7
Заключение	10
Список использованных источников	11

Введение

Проблемы экологии городской среды занимают одно из первых мест в иерархии глобальных проблем современности, так как эта среда отличается своеобразием экологических факторов, специфичностью техногенных воздействий, приводящих к значительной трансформации окружающей среды. Воздух в городе наполнен пылью, сажей, аэрозолями, дымом, твердыми частицами и т.д. Оценка качества среды становится принципиально важной задачей, как при планировании, так и при осуществлении любых мероприятий по природопользованию, созданию и реконструкции городских рекреационных зон (лесопарки, парки, скверы, сады, бульвары и т.д.), охране природы и обеспечению экологической безопасности. Стабильность развития как способность организма к развитию без нарушений и ошибок является чувствительным индикатором состояния природных популяций.

Зоны рекреационного назначения – это зоны, расположенные в границах территорий, занятых городскими лесами, скверами, парками, городскими садами, озерами, водохранилищами, пляжами, в границах иных территорий, используемых и предназначенных для отдыха, туризма, занятий физической культурой и спортом.

Древесные растения в городских ландшафтах выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции, связанные с выделением кислорода и фитонцидов, ионизацией воздуха, формированием своеобразного микроклимата. Однако насаждения, произрастающие на урбанизированных территориях, испытывают на себе постоянное отрицательное влияние техногенного загрязнения. Город Братск является одним из крупных промышленных центров Сибири, окружающая среда которого подвержена неблагоприятному воздействию промышленных предприятий - БРАЗа, БЛПК, хлорного завода.[2]. Поэтому с каждым годом все большее значение приобретает проблема изучения жизнедеятельности древесных растений в условиях города Братска.

Одним из удобных способов оценки интенсивности антропогенного воздействия является метод оценки качества среды по показателям нарушения стабильности развития организмов. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины растения, под действием антропогенных факторов. Этот подход достаточно прост с точки зрения сбора, хранения и обработки материала. Он не требует специального сложного оборудования, но при этом позволяет получить интегральную оценку состояния организма при всем комплексе возможных воздействий.[3]

Одним из перспективных подходов для интегральной характеристики качества среды является оценка состояния живых организмов по стабильности развития, которая характеризуется уровнем флуктуирующей асимметрии морфологических структур.[1]

Цель работы – оценить экологическое состояние рекреационных зон города Братска методом флуктуирующей асимметрии листьев Березы повислой (*Betula Pendula* Roth)

Для достижения цели исследования решались следующие **задачи**:

1. Изучив литературные и интернет - источники охарактеризовать метод биоиндикации;
2. Охарактеризовать объект исследования;
3. Рассмотреть основных загрязнителей окружающей среды Братска и Братского района;
4. Вычислить коэффициент асимметрии листьев березы повислой на исследуемых территориях;
5. Сравнить полученные данные и выявить районы с разными коэффициентами асимметрии листьев березы повислой;
6. Сделать выводы на основании полученных данных.

1. Обзор литературных источников

Одним из методов определения уровня оценки антропогенной нагрузки на биогеоценозы является биоиндикация. В качестве биоиндикаторов выбирают наиболее чувствительные к исследуемым факторам биологические системы или организмы.

Биоиндикация – это метод обнаружения и оценки воздействия абиотических и биотических факторов на живые организмы при помощи биологических систем. Она делает возможной прямую оценку качества среды и является одним из уровней последовательного процесса изучения состояния экосистемы.[3]

Биоиндикация — метод, который позволяет судить о состоянии окружающей среды по факту встречи, отсутствия, особенностям развития организмов — биоиндикаторов. Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации. Ими могут быть как определенные типы природных объектов (почва, вода, воздух), так и различные свойства этих объектов (механический, химический состав и др.) и определенные процессы, протекающие в окружающей среде (эрозия, дефляция, заболачивание и т. д.). Методы биоиндикации подразделяются на два вида: регистрирующая биоиндикация позволяет судить о воздействии факторов среды по состоянию особей вида или популяции, а биоиндикация по аккумуляции использует свойство растений и животных накапливать те или иные химические вещества. В соответствии с этими методами различают регистрирующие и накапливающие индикаторы. [3,4]

Регистрирующие биоиндикаторы реагируют на изменения состояния окружающей среды изменением численности, фенооблика, повреждением тканей, соматическими проявлениями (в том числе уродливостью), изменением скорости роста и другими хорошо заметными признаками. С помощью биоиндикаторов можно получить информацию о биологических последствиях и сделать только косвенные выводы об особенностях самого фактора.[1]

Наиболее часто применяется оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур, в частности выраженности флуктуирующей асимметрии [1, 2]. Для оценки качества городской среды широко применяется исследование показателя стабильности развития берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) [4,6] и других видов берёз.

Флуктуирующая асимметрия (ФА) представляет собой незначительные ненаправленные различия между правой и левой сторонами и является результатом ошибок в ходе индивидуального развития организма. При нормальном состоянии окружающей среды их уровень минимален, при возрастающем негативном воздействии увеличивается, что ведет к повышению асимметрии [3,4]. Показатель ФА позволяет фиксировать даже незначительные отклонения параметров среды, еще не приводящих к существенному снижению жизнеспособности особи [4].

Главным условием использования объекта является билатеральная симметрия органа, параметры которого будут применяться для исследования. Растения с билатерально симметричными листьями, используемые в озеленении города, могут быть использованы в качестве объекта биоиндикации [5].

2. Объект и методика исследования

Объектом исследования для определения степени нарушения стабильности развития выбрана береза повислая (*Betula Pendula* Roth). Это дерево семейства Березовые (*Betulaceae*) высотой 20-25 м, с ажурной кроной и обычно поникшими ветвями. Береза имеет четко выраженную двустороннюю симметрию, что является главным требованием метода исследования. Кроме того береза повислая широко распространена в городских посадках, составляя 23% от общего количества зеленых насаждений и встречается практически в каждой рекреационной зоне города Братска.[5]

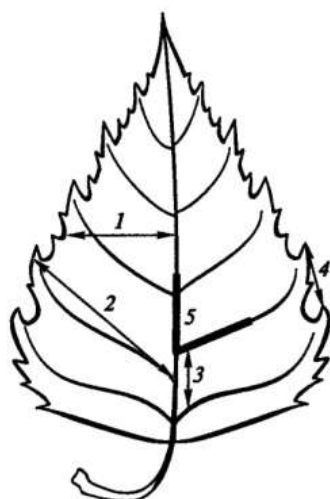
На территории города Братска отобраны пробы листьев Березы повислой в 9 точках на различных рекреационных объектах в Центральном, Падунском и Правобережном округах (по 3 точки в каждом округе) с различной антропогенной нагрузкой и разной удаленностью от основных источников загрязнения. Расположение точек отбора на территории города Братска показано на рис. 1.



Рис. 1 Схема расположения точек отбора листьев Березы повислой в г. Братске:
1 - парк КиО; 2 - сквер 8 мкр; 3 - бульвар вдоль ул. Советской; 4 - парк культуры и отдыха ж.р. Энергетик; 5 - пешеходная зона студгородка; 6 - лесопарковый массив в 5а мкр.; 7 - Сквер у СК «Олимпия»; 8 - Сквер у КТ «Современник»; 9 - Сквер у ДЦ «Транспортный строитель»

Сбор материала проводился согласно методике оценки состояния организмов по показателям нарушения стабильности развития [4]. Сбор листьев проводился в июле 2014г. с нескольких близко растущих деревьев на площади 10х10м или на аллее длиной 30-40 м. В каждой точке было взято по 100 листьев (по 10 образцов с 10 деревьев). Всего было собрано и обработано 900 листьев. Использовались только средневозрастные деревья. Листья собирали из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток, с укороченных побегов.

Методика определения стабильности развития Березы повислой по величине флуктуирующей асимметрии листовых пластинок основана на системе промеров листа. Для этого на каждой листовой пластинке выполняли по 5 измерений с левой и правой стороны листа (рис. 2). Измерения проводили на свежесобранном материале в лабораторных условиях с помощью измерительного циркуля, линейки и транспорта.



- 1 - ширина половинки листа (лист складывают пополам, потом разгибают и по образовавшейся складке проводят измерения);
- 2 - длина второй жилки от основания листа;
- 3 - расстояние между основаниями первой и второй жилок;
- 4 - расстояние между концами этих жилок;
- 5 - угол между главной и второй от основания жилками

Рис. 2. Параметры промеров листьев для детального расчета

Расчет интегрального показателя производился по методике В.М. Захарова [4]:

1) для каждого промеренного листа вычислялись относительные величины асимметрии для каждого признака, для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делилась на сумму этих же промеров: $(L-R) / (L+R)$;

2) вычислялся показатель асимметрии для каждого листа, для этого суммировались значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делились на число признаков;

3) вычислялся интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак, для этого вычислялась средняя арифметическая всех величин асимметрии;

4) находилось значение, являющееся средним арифметическим для всего района. Все расчеты производились с помощью программы Microsoft Office Excel 2010.

Для оценки качества среды использовалась пятибалльная шкала степени нарушения стабильности развития *Betula pendula* Roth, разработанная В.М. Захаровым и др. (табл. 1).

Таблица 1

Балльная шкала оценки качества среды по величине флуктуирующей асимметрии листа *Betula pendula* Roth (по В.М. Захарову, 2000)

Балл	Качество среды	ФА
I	Условно нормальное	< 0,040
II	Начальные (незначительные) отклонения от нормы	0,040–0,044
III	Средний уровень отклонений от нормы	0,045–0,049
IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,050–0,054
V	Критическое состояние	> 0,054

3. Результаты исследования

Обработанные данные со всех объектов показаны в таблице № 2

Таблица 2

Показатели ФА Березы повислой на обследованных объектах

Район исследования	№ точки сбора образцов	Место сбора образцов (объект)	Интегральный показатель ФА	Балл состояния
Центральный округ	1	Парк культуры и отдыха	0,049	III
	2	Сквер 8 мкр	0,063	V
	3	Бульвар вдоль ул. Советской	0,071	V
Падунский округ	4	Парк культуры и отдыха ж.р. Энергетик	0,045	III
	5	Лесопарковый массив в 5а мкр	0,046	III
	6	Пешеходная зона студгородка	0,053	IV
Правобережный округ	7	Сквер у СК «Олимпия»	0,052	IV
	8	Сквер у КТ «Современник»	0,054	IV
	9	Сквер у ДЦ «Транспортный строитель»	0,067	V

На рис. 3 показаны средние показатели флуктуирующей асимметрии по районам исследования.

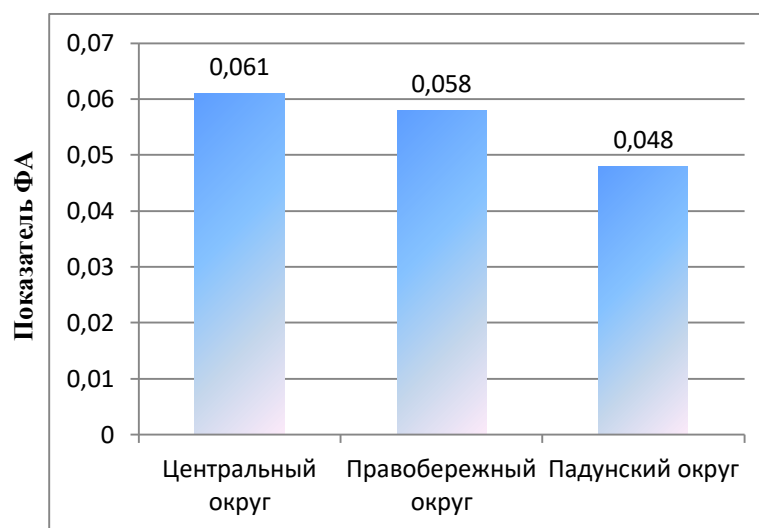


Рис. 3 Средние показатели ФА *Betula Pendula* Roth по районам исследования

Как видно из таблицы 2 и рис. 3 все обследованные рекреационные зоны характеризуются уровнем ФА листьев *Betula Pendula* Roth, превышающим величину условной нормы ($< 0,040$). Наиболее высокие показатели зафиксированы в Центральном (0,061 в среднем) и Правобережном округах (0,058 в среднем), что соответствует V баллу по шкале оценки качества среды по величине флуктуирующей асимметрии и характеризуется как критическое состояние окружающей среды. В лучшей экологической ситуации

находятся рекреационные зоны Падунского округа. Средний показатель ФА листьев *Betula Pendula* Roth в этом районе составляет 0,048, что соответствует III баллу по шкале оценки качества среды и характеризуется как средний уровень отклонений от нормы.

Существует определенная взаимосвязь показателей значений ФА на рекреационных объектах с удаленностью этих объектов от источников загрязнения. Так, например, высокие значения показателей ФА листьев *Betula Pendula* Roth в Центральном округе связаны с непосредственной близостью этого района к основным источникам загрязнения - таким промышленным гигантам как БрАЗ и БЛПК.[6] На рис. 4 показан график зависимости показателей ФА от удаленности зеленых насаждений от источников загрязнения.

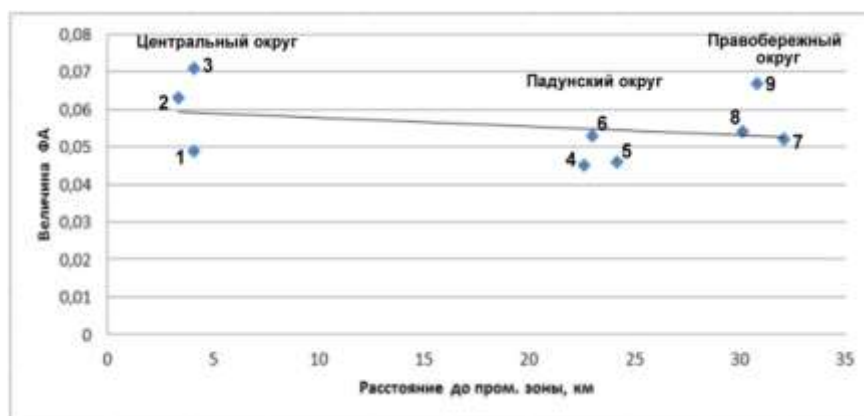


Рис. 4 Зависимость величины ФА от расстояния насаждений до промышленной зоны

Как видно из рис. 4, в Центральном и Падунском округах прослеживается взаимосвязь показателей величины ФА от расстояния объекта исследования до источника загрязнения. Коэффициент корреляции r среднего значения по городу показателя ФА с расстоянием до промышленной зоны составил 0,93. Тем не менее, в Правобережном округе, несмотря на наибольшую удаленность от промышленного района зафиксированы довольно высокие показатели значений ФА, сравнимые с Центральным округом. Это, вероятнее всего, объясняется пониженными формами рельефа территории и расположением Правобережного округа ниже промышленной зоны, а также направлением преобладающих ветров.

Кроме промышленных выбросов на состояние зеленых насаждений негативно воздействуют выхлопы автотранспорта. На рис. 5 показана зависимость показателей коэффициента ФА от расстояния насаждений до проезжей части на объектах исследования.

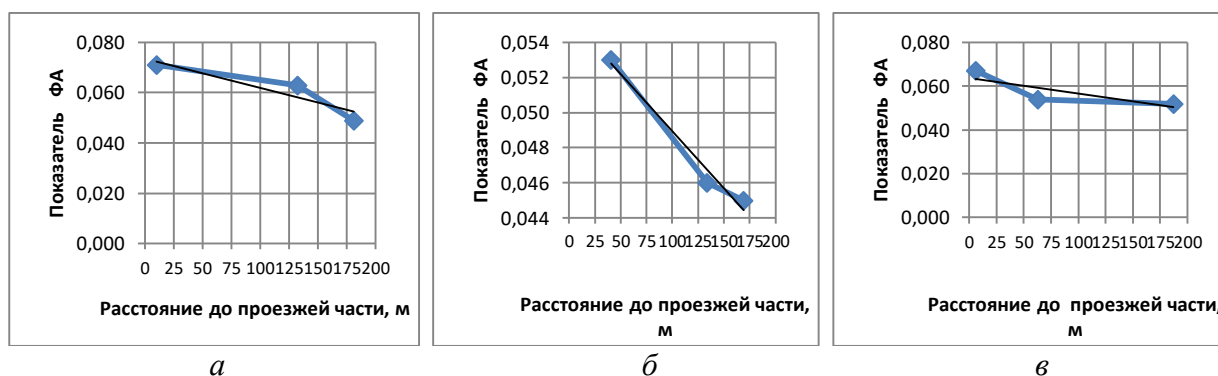


Рис. 5 Зависимость величины ФА от расстояния насаждений до проезжей части по районам исследования: а – Центральный округ; б – Падунский округ; в - Правобережный округ

Как видно из рис.5, чем ближе зеленые насаждения расположены к проезжей части, тем более высокие значения показателя ФА были зафиксированы. Прослеживается высокий коэффициент корреляции r среднего значения ФА с расстоянием до проезжей части по всем округам, в среднем составляет 0,83.

Таким образом, на показатель величины ФА листьев березы повислой, объективно отражающей качество окружающей среды влияет комплекс факторов, таких как - удаленность насаждений от различных источников загрязнения (промышленных предприятий, автомагистралей), рельеф местности, роза ветров.

Заключение

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Состояние качества среды в черте города Братска по показателям ФА листьев березы повислой неоднородно, при этом во всех обследованных рекреационных зонах наблюдается высокий уровень ФА, который превышает величину условной нормы ($< 0,040$), соответствует в среднем V баллу по шкале оценки качества среды и характеризуется как критическое состояние окружающей среды.

2. Наиболее высокие показатели ФА зафиксированы в Центральном и Правобережном округах, в лучшей экологической ситуации находятся рекреационные зоны жилого района «Энергетик» в Падунском округе.

3. Полученные данные позволяют судить о взаимосвязи величины ФА с расстоянием рекреационных зон от источников загрязнения. Так, чем ближе рекреационные объекты находятся к источникам загрязнения (промышленные предприятия, автомагистрали), тем больше зафиксирована величина ФА.

4. Показатель ФА зависит не только от удаленности источников загрязнения. Так в Правобережном округе, находящимся на наибольшем расстоянии от промышленного района, наблюдаются высокие показатели ФА связанные с пониженным рельефом территории и расположением этого района ниже промышленной зоны.

5. Таким образом, при изучении состояния окружающей среды методом флуктуирующей асимметрии, необходимо учитывать комплекс факторов, таких как – расстояние от источников загрязнения (промышленных предприятий, автомагистралей и т.д.), направление господствующих ветров, рельеф территории.

Список использованных источников

1. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш.учеб. заведений/ О.П.Мелехова, Е.И.Егорова, Т.И.Евсеева и др.; под ред. О.П.Мелеховой и Е.И.Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288с.
2. Гаврилин И.И., Рунова Е.М. Некоторые особенности газопоглощательной способности деревьев в урбоэкосистеме г. Братска // Лесной вестник МГУЛ №1(84), 2012 – с. 135-139.
3. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методы оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68с.
4. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г. и др. Здоровье среды: практика оценки. - М.: Центр экологической политики России, 2006. - 68с.
5. Рунова Е.М, Гнаткович П.С. Видовой состав зеленых насаждений общего пользования г. Братска // Системы. Методы. Технологии. № 2 (18), 2013 – с. 156-160
6. Рунова Е.М., Костромина О.А., Сенченко М.В., Кривоносова Е.Г. Оценка стабильности развития березы повислой (*Betula Pendula* Roth) как показателя здоровья среды // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири. 2007. № 1. С. 89-93