

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ  
КАФЕДРА БИОЭКОЛОГИИ, ГИГИЕНЫ И ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ

Направление: 06.04.01 – биология  
Профиль - Биоэкология и охрана природы

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЙ Г. КАЗАНИ  
МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ**


**Работа завершена:**

« 7 » 06 2019 г.  (С.Ф. Батрова)

**Работа допущена к защите:**


Научный руководитель

Кандидат географических наук, доцент

« 8 » 06 2019 г.  (Е. А. Минакова)

Заведующий кафедрой

доктор биологических наук, профессор

« 9 » 06 2019 г.  (И. И. Рахимов)

Казань – 2019

## Содержание:

Введение.....	4
<b>Глава 1. ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ГОРОДА</b>	
1.1. Загрязнение атмосферного воздуха промышленностью и автотранспортом.....	7
1.2. Ландшафтно-рекреационные территории.....	14
1.3. Роль растений в улучшении качества окружающей среды города .....	17
1.4. Уровень антропогенной нагрузки и воздействие городской среды на растения .....	22
1.5. Население и его здоровье в условиях загрязненности городской среды.....	28
<b>Глава 2. БИОИНДИКАЦИЯ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b>	
2.1. История развития методов биоиндикации.....	32
2.2. Биологический контроль окружающей среды методом биоиндикации.....	34
2.3. Использование методов флуктуирующей асимметрии для оценки качества городской среды в РФ и странах СНГ.....	37
<b>Глава 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ</b>	
3.1. Метод флуктуирующей асимметрии, как оценка качества окружающей среды.....	42
3.2. Объект исследования.....	51
3.3. Особенности физико-географического состояния исследуемой территории.....	55
3.4. Описание точек отбора материала.....	57
3.5. Статистическая обработка данных.....	65
<b>Глава 4. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ</b>	
4.1. Обсуждение статистических обсчетов.....	69
4.2. Расчет величины флуктуирующей асимметрии.....	81

4.3.Распределение индекса флуктуирующей асимметрии березы повислой ( <i>Betula pendula</i> Roth.) в г. Казань .....	91
Выводы.....	92
Список использованной литературы.....	94

## Введение

Большое и разнообразное воздействие на жителей городов оказывает городская среда, которая представляет собой комплекс природных, природно-антропогенных и социально-экономических факторов.

На сегодняшний день, каждый крупный город сталкивается с проблемой ухудшения экологического состояния окружающей среды. Казань является одним из таких крупных промышленных центров РФ. На территории города расположено свыше 140 крупных и более 70 тысяч средних и мелких предприятий, образующих несколько крупных промышленных зон.

В первую очередь от загрязнений страдает сам человек и окружающая его среда, поэтому сейчас довольно актуальным становится вопрос оптимизации урбанизированной среды, и контроль за её качеством.

Для этого используются зеленые насаждения, а именно, древесные растения, с помощью которых снижают температуру, силу ветра и шума, повышают влажность воздуха.

Одной из перспективных методик оценки качества среды является биоиндикация по флуктуирующей асимметрии листовой пластины древесных насаждений. Методика флуктуирующей асимметрии основана на теории «стабильности развития», разработанной российскими учеными Яблоковым и Захаровым.

Оценка флуктуирующей асимметрии хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия. Растения, как продуценты экосистемы, в течение всей своей жизни привязаны к локальной территории и подвержены влиянию почвенной и воздушной сред, наиболее полно отражающих весь комплекс стрессовых воздействий на экосистему. Исследования показывают, что уровень флуктуирующей асимметрии растительных объектов чувствителен к действию химического загрязнения и возрастает при увеличении антропогенного воздействия (Алексеев В.А., 1990.).

Наиболее чувствительным органом растений является зеленый лист, так как он является высокопластичным органом, и характер изменчивости его морфологической структуры может служить индикатором загрязнения внешней среды. О характере этих изменений можно судить по нарушению стабильности развития и величине показателя асимметрии (Константинов Е.Л., 2001).

Данная работа является продолжением мониторинговых исследований по оценке качества окружающей среды г. Казани.

В качестве объекта исследования использовалась берёза повислая (*Betula pendula Roth.*), так как этот вид достаточно давно используется как биоиндикатор качества среды, он хорошо распространен в различных биотопах, поэтому дает возможность проведения методов биоиндикации на всевозможных территориях.

**Актуальность** исследования состоит в оценке среды города Казани по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой (*Betula pendula Roth.*), которая позволит определить качество состояния среды методом изучения асимметрии листовых пластинок. В результате данного исследования планируется отследить динамику индекса ФА и дать характеристику качества окружающей среды в отдельных районах города.

**Цель работы** - оценить качество окружающей среды в парковых и придорожных зонах г. Казани с использованием метода флуктуирующей асимметрии по листовой пластинке берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*).

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1) Изучить материал литературных источников по использованию метода биоиндикации по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*).

2) Провести экспериментальные замеры параметров на выбранных площадках, используя оценку качества окружающей среды по флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula Roth.*).

3) Сделать анализ и дать оценку по состоянию окружающей среды на выбранных парковых территориях в г. Казани за весь период исследований.

## **Выводы:**

1. Сравнительный анализ значений ФА рекреационных участков на площадках внутри парковой территории и на ее придорожных полосах в г. Казани за период 2014-2018 г.г. позволил выявить следующие тенденции:

- обнаружено улучшение качества среды на площадках внутри парков (исключение составила площадка в ЦПКиО им. Горького, сквер «Континент», березовая роща Дербышки);

- улучшение качества среды на придорожных площадках парков (исключение составили площадки в парке им. Урицкого, парке Березовая роща).

2. Ранжирование парков по состоянию окружающей среды позволило выделить 2 группы парков:

- парки с значением состояния окружающей среды выше критического уровня (парк «Кырлай», парк «Крылья советов», парк ДК Химиков, березовая роща Дербышки, Парк «Континент»;

- парки с уровнем ниже критического значения (ЦПКиО им. Горького, парк им. Урицкого).

3. Анализ динамики усредненных данных в ретроспективе лет с 2014 – по 2018 г.г. по площадкам внутри парков и на придорожных участках позволил выявить тренд изменения индекса ФА, проявляющийся в несущественном снижении индекса ФА, находящийся, однако, в пределах IV - V уровней состояния окружающей среды, соответствующих существенному отклонению от нормы и критическому состоянию среды, соответственно.

4. Визуализация пространственного распределения показателя ФА на рекреационных территориях г. Казань позволила выявить области повышенных значений, соответствующих V классу качества (критическое состояние) в центральной части (Вахитовский и Московский) и в Авиастроительном и Ново – Савиновском районах г. Казань. На периферии

г. Казань класс качества окружающей среды улучшается ( $\Phi A = 0,053 - 0,055$ ), однако, с территорий с качеством окружающей среды ( $\Phi A < 0,04$ ) соответствующей условной норме за весь период изучения обнаружено не было.

### Список использованной литературы:

1. Алексеев В.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев. – Л.: Наука, 1990. – 220 с.
2. Аштаева А.Э. Возможности применения флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой в фитомониторинге городской среды / А. Э. Аштаева, Б. Х. Шаймарданова ЕНУ им. Л.Н, Гумилева //М. 2016. – 222-223с.
3. Барабанов Е.И. Ботаника: учебник для студ.высш.учеб.заведений. — М: Издательский центр «Академия», 2006. — С. 256. — 448 с.
4. Биогеохимия – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biogeochemistry.narod.ru/ubugunov/monografi>
5. Бухарина И.Л., Двоглазова А,А, Биоэкологические особенности травянистых и древесных растений в городских насаждениях. Монография – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elibrary.udsu.ru/xmlui/bitstream/handle/123456789/6439/20113-4.pdf?sequence=1>.
6. Выхлопные газы. Сайт о вреде [Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.vredno-vsyo.ru/vred-vozduha/23-vyxlopnye-gazy.html>
7. Г.П. Зарубин, Ю.В. Новиков Гигиена города. М.: Медицина, 1986г., с. 82-83.
8. Гавриков Д.Е. Методика оценки стабильности развития на примере березы (*Betularpendula*) /Д.Е. Гавриков, С.Г. Баранов // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2006. – №2 (48). – С. 13-17.
9. Голдовская Л.Ф. Химия окружающей среды / Л.Ф. Голдовская. – М.: Мир,2005. – 295с.
10. Горышина Т. К. Экология растений / Т.К. Горышина - М.: Высшая школа, 1979. – 368с.
11. Горышина Т. К. Растения в городе. Л., 1991г. 152 с..
12. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан за 2010 год.

13. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан за 2014 год.
14. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды Республики Татарстан за 2015 год.
15. Давыдова Н.Ю. Оценка состояния окружающей среды города Барнаула с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора/ Н. Ю. Давыдова Алтайский гос. аграрный ун-т // Семинар – круглый стол 5. Проблемы рационального природопользования, экологии, кадастровой оценки и мониторинга земель – 2014. – 325-327с.
16. Деревянистые растения средней полосы России (описания и изображения 100 видов и 89 таксонов различного порядка) [Электронный доступ]. - Режим доступа:<http://www.rus-nature.ru/06trees/index.htm>.
17. Древесные растения [Электронный доступ]. - Режим доступа: <http://www.ecosystema.ru/08nature/trees/04.htm>.
18. Экология города: Учебное пособие / [Денисов В.В., Курбатова А.С., Денисова И.А., и др.]. - М. : ИКЦ «МарТ», Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2008. – 832с.
19. Заболотских В.В., Васильев А.В., Фролов Р.С. Биодиагностика экологического состояния атмосферного воздуха города Самара. — Материалы международной конференции, приуроченной к 35-летию Института экологии Волжского бассейна РАН и 65-летию Куйбышевской биостанции. — Анна Тольятти, 2018. — С. 94-96.
20. Захаров В.М. Асимметрия животных / В.М. Захаров - М.: Наука, 1987. - 161с.
21. Захаров В.М. Чистякова Е.К., Кряжева Н.Г. Гомеостаз развития как общая характеристика состояния организма: скоррелированность морфогенетических и физиологических показателей у березы повислой // Доклады РАН. – 1997. – Т. 357. – №2. – С. 281–283.

22. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С. и др. Здоровье среды: практика оценки. / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили, С.Г.Дмитриев, А.С.Баранов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 318 с.
23. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методологическое руководство для заповедников / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.
24. Захаров В.М, Яблоков А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций // Новые методы изучения почвенных животных в радиоэкологических исследованиях. - М.: Наука,1985. – С.176-185.
25. Здоровье среды; Концентрация формальдегида в казанском воздухе в 18 раз превышает норму городов [Электронный доступ]. - Режим доступа: <http://www.tatar-inform.ru/news/2010/08/05/230868/>.
26. Илькун Г.М. Принципы подбора растений для озеленения промышленных предприятий // Растение и промышленная среда. - Киев, 1976. - С. 164-167.
27. Капцова Л. В. Ты и Я/ под ред. Л. В. Капцовой - М. : Изд. Молодая гвардия, 1989. – 365с.
28. Константинов Е.Л. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой как биоиндикатора: автореф. дис. канд. биол. наук. – Калуга, 2001. – 24 с.
29. Криволицкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле/ Д.А., Криволицкий. - М. : Наука, 1993. – 277с.
30. Криксунов Е.А. Экология: учебник/ Е.А. Криксунов. М. , 1995. – 240с.
31. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин - М.: Наука, 1974.- 125с.

32. Курбатова А.С., Башкин В.Н., Касимов Н.С. Экология города. –М.: Научный мир, 2004г. - 624с.
33. Культиасов И. М. Экология растений / И.М. Культиасов - М.: Изд-во МГУ, 1982.-384с.
34. Ландшафтно-рекреационная территория [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fireman.ru/bd/snip/2-07-01-89/2-07-01-89-4.html>.
35. Литвинова Л.И. Зеленые насаждения и охрана окружающей среды / Л.И. Литвинова, Ф.М., Левон. - Киев: Здоровья, 1986. - 64с.
36. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учеб. пособие/ Ляшенко О.А. — СПб. : СПб ГТУРП, 2012. — 67с.
37. Марьясис В.В. Берегите себя от болезней/ Марьясис В.В. – М. 1992. – 112с.
38. Математическая обработка результатов при проведении экологических исследований. - Дрофа, 2008.
39. Машинский Л.О. Город и природа: Городские зеленые насаждения / Л.О. Машинский - М.: Стройиздат, 1973. - 228 с.
40. Машинский В.Л., Залогина Е.Г. Проектирование озеленения жилых районов. – М.: Стройиздат, 1978. – 113 с.
41. 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.]. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
42. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур), Москва, 2003г.
43. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых организмов (оценка стабильности развития

- живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). - Распоряжение Росэкологии № 460-з от 16 октября 2013 г.
44. Методы описания данных [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://statanaliz.info/metody/opisanie-dannyx/11-dispersiya-standartnoe-otklonenie-koeffitsient-variatsii>
45. Минакова Е.А. Скрининг состояния урбозкосистем с использованием метода биоиндикации (на примере г. Казань) /Е.А. Минакова, А.П. Шлычков, А.З. Галеева, С.Ф. Батрова // Окружающая среда и устойчивое развитие регионов: экологические вызовы XXI века. Труды III Международной конференции. – Казань: Издательство АН РТ. – С. 419 – 422.
46. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С.Николаевский - Новосибирск: Наука, 1979. - 280с.
47. Общая теория статистики [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/student/statistika/srednyaya-arifmeticheskaya.html>
48. Основные характеристики и полезные свойства березы повислой (*Betula Pendula Roth.*) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://urnature.ru/stat/57-bereza.html>.
49. Переведенцев Ю. П. и др.; науч. ред. Ю. П. Переведенцев, Э. П. Наумов. Климат Казани и его изменения в современный период. — Казань: Издательство Казанского университета, 2006г. — 215 с.
50. Перзадаева А.А. Биоиндикация экосистем города Астаны по состоянию листьев берёзы повислой. - Научный альманах 2017 · N 10-3(36), 2017. - 200-202с.
51. Поносова А. Ф. Влияние антропогенного фактора на флуктуирующую асимметрию листьев березы повислой (на примере города Абазы) / Поносова А.Ф., Сотова В.В., Платонова Н.А., канд.с.-х. наук Абазинская средняя общеобразовательная школа №50// М. : - 2015 – 55с.

52. Портал знаний. Коэффициент корреляции [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://statistica.ru/theory/koeffitsient-korrelyatsii/>
53. Потапова Т.В. Секрет зеленого листа (методические рекомендации по исследованию качества природной среды) / Под ред. д.ф.н. Ю.Ю. Галкина. – М.: РЭФИА, Фак-тбиоинж. и биоинформ. МГУ, 2004. – 56 с.
54. Родзевич Н.Н., К.В. Пашканг. Охрана и преобразование природы. М.: Просвещение, 1980г., 164-166, стр. 3-14 и 154-174.
55. Сайт все о биологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bio.1september.ru/2000/33/3.htm>
56. Свободная энциклопедия Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
57. Сергейчик С.А. Газопоглотительная способность растений и аккумуляция в них элементов промышленных загрязнений // Оптимизация окружающей среды средствами озеленения. - Минск: Наука и техника, 1985. - С. 68-75.
- Транспорт как источник загрязнения окружающей среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа:  
[http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00197925\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00197925_0.html).
58. Туровцев В.Д. Биоиндикация: учеб.пособие/ В.Д. Туровцев, В.С. Краснов – Тверь : Тверской гос. ун-т, 2004. – 260 с.
59. Тюлькова Е.Г., Авдашкова Л.П. Флуктуирующая асимметрия билатеральных признаков листа березы повислой *Betula Pendula Roth*. В техногенных условиях (на примере Гомельского полесья). - Вестник БарГУ. Сер. Биологические науки (Общая биология). Сельскохозяйственные науки (агрономия). – 2018. – Вып. 6. – С. 106-116.
60. Ханников А.А., Крупнейшие города России – Казань, Москва, 2012г. – 140 с.
61. Чистякова Е.К., Кряжева Н.Г. Возможность использования показателя стабильности развития и фотосинтетической активности для

- исследования состояния природных популяций растений на примере березы повислой. Онтогенез. - Т. 32. № 6. – 2001. - С. 422-427.
62. Чубинишвили А.Т. Оценка стабильности развития и цитогенетического гомеостаза в популяциях европейских зеленых лягушек (комплекс *Ranaesculenta*) в естественных и антропогенных условиях / А.Т. Чубинишвили // Онтогенез. 2001. Т. 32, № 6, - С. 434-439.
63. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/ [Вайнерт Э., Вальтер Р., Ветцель Т. и др.] - Под ред. Р. Шуберта; – М.: Мир. – 1988. – 348 с.
64. Экология Татарстана - научно-популярный экологический журнал, 2011г. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [eco.tatarstan.ru>tat/file/pub/pub\\_141749.pdf](http://eco.tatarstan.ru/tat/file/pub/pub_141749.pdf)
65. Якушина Э.И. Древесные растения и городская среда. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы / Э.И Якушина - М: Наука, 1990. - С. 5-14.