

Московская область  
Рузский городской округ  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Гимназия №1г.Рузы»

**Региональный этап Всероссийского конкурса  
«Юных исследователей окружающей среды»**

**Тема: «Оценка качества среды по уровню асимметрии морфологических структур  
листа березы повислой как вида биоиндикатора»**



Работу выполнил: Широков Владислав Сергеевич,  
ученик 11 класса МАОУ «Гимназия №1 г.Рузы»

Руководитель: Герасимова Светлана Ивановна, к.п.н.,  
учитель биологии МАОУ «Гимназия №1 г.Рузы»

Руза-2018

## Содержание

Введение	3
1.Обзор литературы	
2.Характеристика района исследования	5
3.Материал и методика исследований	6
3.1 Выбор растений	
3.2 Подготовка, хранение и измерение природного материала	
4.Результаты исследований	11
4.1.Характеристики мест сбора листьев	
4.2. Обработка измерений	
Выводы	22
Заключение	22
Литература	23

## Введение

Для человека природа – среда жизни и источник существования. Как биологический вид он нуждается в определённом составе воздуха, чистой воде, растениях, животных. Оценка качества среды становится принципиально важной задачей, как при планировании, так и при осуществлении любых мероприятий по природопользованию, охране природы и обеспечению экологической безопасности. Выделяют различные виды загрязнения. Это и выбросы вредных веществ в атмосферу, попадание в водную среду производственных и коммунально-бытовых отходов, нефтепродуктов, минеральных солей, тяжелых металлов; засорение ландшафтов мусором и твердыми отходами; широкое применение пестицидов; повышение уровня ионизирующей радиации, накопление тепла в атмосфере и гидросфере, усиление шумовых и электромагнитных воздействий. В городских условиях и крупных населенных пунктах имеются специфические вредные воздействия, и в первую очередь к ним следует отнести химические. Для оценки состояния городских экосистем в качестве биоиндикаторов необходимо выбрать наиболее чувствительные к исследуемым факторам биологические системы или организмы.

Проведя исследования и оценку стабильности развития живых организмов, мы получаем информацию о благополучии среды и в конечном итоге, о ее пригодности для существования человека. Главным показателем изменений стабильности развития с морфологической точки зрения являются показатели флуктуирующей асимметрии (ненаправленных различий между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией). При нормальных условиях их уровень минимален, возрастая при любом стрессовом воздействии, что и приводит к увеличению асимметрии. Величину флуктуирующей асимметрии у разных видов организмов можно использовать как индикатор состояния среды, степени антропогенного загрязнения.

### Объект изучения:

Берёза повислая (*Betula pendula*).

### Предмет изучения:

Морфологические признаки листа Берёзы повислой.

### Цель работы:

Оценить состояние среды методом определения величины изменяющейся асимметрии морфологических признаков берёзы повислой (*Betula pendula*)

### Задачи:

1. Знакомство с морфологическим описанием берёзы повислой (*Betula pendula*);
2. Выбор различных мест произрастания берёзы повислой в г. Руа и его окрестностях и проведение практической работы по сбору материала (берёзовых листьев).
3. Измерение флуктуирующей асимметрии берёзовых листьев (по пяти признакам).
4. Определение величины интегрального показателя стабильности берёзы повислой
5. Статистическая обработка результатов измерений.
6. Интерпретация результатов исследования.

### Методы исследования:

Поисково-исследовательский, экспериментальный, эмпирический (обработки статистических данных, сравнения).

## 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Все возрастающее воздействие на окружающую природную среду диктует необходимость контроля её состояния, обеспечения её благоприятности для живых организмов и человека. Из всех методов оценки качества среды приоритетным является биоиндикация, как серия биологических оценок в природе. В данной работе был

использован морфогенетический подход, который основан на оценки среды по состоянию отдельных индивидов, которое определяется путем подсчета отклонений от нормального морфофизиологического строения ряда структур. Данный морфогенетический подход подробно изложен в следующих работах: Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ, Москва, 2003; Шадрин Е. Г., Вольперт Я.Л., Данилов В.А., Шадрин Д.Я, Федорос Е.И., Нечаева Г.А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10-11 классов общеобразовательных учреждений. - М.: Вентана – Граф, 2007.

Флуктуирующая асимметрия позволяет оценить нестабильность развития организма. Флуктуирующей асимметрией называют небольшие ненаправленные различия между правой и левой (*R - L*) сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Большинство авторов предлагает считать определение флуктуирующей асимметрии одним из морфологических методов оценки состояния и динамики биосистем, а сам показатель флуктуирующей асимметрии – индексом стабильности развития организма (3).

Для древесных растений лучшим вегетативным органом является лист растения. При антропогенных воздействиях в листьях происходят морфологические изменения (появление асимметрии, уменьшение площади листовой пластины). Хорошими биоиндикаторами в городе являются листья березы, дерева с высокими поглотительными качествами.

При формировании листовой пластины, по мере накопления токсических веществ, происходит торможение ростовых процессов, и деформация листа. При окончательном формировании листовых пластин на деревьях, испытывающих высокую техногенную нагрузку, их площади меньше, чем на деревьях, произрастающих в более благоприятных экологических условиях.

Признаки листовой пластинки берёзы повислой, можно сказать, – основной объект при характеристике стабильности развития и состояния здоровья среды В настоящее время использование показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой рекомендовано в нормативных документах экологических служб.

## **2.ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ**

Рузский район по своим природным условиям и производственным характеристикам принадлежит к относительно благополучным в эколого-экономическом смысле районам Центра России. Располагаясь в западной части Московской области район, занимает площадь 1559 кв. км. Преобладающими видами древостоя являются ель и береза, значительные территории занимают сосна и осина, встречаются дуб, серая и черная ольха, липа, вяз, лиственница, клен, ива. В лесах кроме лося, кабана, оленя, лисицы, енота, барсука и норки встречаются енотовидная собака, черный хорь, лесная куница и др. В реках и озерах обитает более 20 видов рыб. Гнездовья района представлены большим видовым разнообразием водоплавающих, куликов. Преобладающими почвами являются дерново-подзолистые разной степени оподзоленности, смывности и разного механического состава. Плотность населения в районе составляет 43 чел. на км<sup>2</sup>, что в 1,7 раз меньше, чем по Московской области. Однако за счет туристов, отдыхающих, дачников и др. плотность населения в летнее время увеличивается в 2-2,5 раза. Доля промышленной продукции района в общем объеме производства Московской области невелика и представлена следующими отраслями: машиностроение и металлообработка; лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная; строительных материалов; легкая; пищевая; полиграфическая. Основное загрязнение атмосферы нашего района обусловлено выбросами вредных веществ от стационарных источников (в основном, это многочисленные мелкие котельные и промышленные предприятия), так как процесс развития района сопровождается интенсивным увеличением потребления тепла и электроэнергии населением. Существующие методы сжигания топлива и масштабы его

потребления обуславливают выброс в атмосферу значительного количества загрязнителей, среди которых наиболее распространенными являются твердые частицы, сернистый ангидрид, окись углерода, окислы азота, углеводороды и летучие органические соединения. В Рузском районе основными загрязнителями являются окись углерода, окислы азота и твердые вещества. С точки зрения экологического качества среды обитания человека, территорию Рузского района можно оценить как вполне благоприятную, однако антропогенное давление на природные компоненты района может привести к предкризисному состоянию. Природные условия, ландшафтные характеристики и сохранность естественного биопродукционного потенциала, определяющее экологическую емкость территории, составляют главное богатство района. Рекреационная функция района должна быть переориентирована на развитие разнообразных форм организованного отдыха при этом экономическая выгода использования природных ресурсов района может быть существенно больше, чем его сегодняшняя хозяйственная продуктивность. Город Руза с экологической точки зрения, один из самых благополучных в Московской области. В городе нет каких-либо предприятий и заводов, которые могли бы существенно влиять на экологическую ситуацию. Необходимо отметить, что в г.Руза преобладают ветры западного направления. А это значит, что вредные выбросы от промышленных предприятий г. Москвы и прилегающих к ней индустриальных районов также не оказывают существенного влияния на экологическую ситуацию в районе.

### 3. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1 Выбор растений

При выборе растений важно учитывать четкость определения принадлежности растения к исследуемому виду, условия произрастания особи и возрастное состояние растения.

Берёза бородавчатая, или повислая - *Betula pendula* Roth (*B. Verrucosa* Ehrh.)-дерево с белой корой, достигающее 25м высотой, из семейства березовых (*Betulaceae*). Ствол стройный, крона раскидистая. Веточки тонкие, обычно повисающие. Листья черешковые, голые, треугольно-ромбические, в основании клиновидные, двоякопильчатые, заостренные. Дерево однодомное. Цветки раздельнополые: мужские и женские развиваются на одних и тех же растениях (рис.1). Цветет в мае. Плоды- мелкие крылатые орешки. Береза светолюбива, нетребовательна к почве, быстро заселяет вырубку, гари и другие не возделываемые участки. Доживает до 100 и даже до 200 лет.



рис.1

- **Принадлежность к исследуемому виду.** Поскольку многие растения подвержены гибридизации, которая может повлиять на уровень стабильности развития растений, то мы рекомендуется выбирать растения с четко выраженными видовыми признаками.

- **Условия произрастания.** Листья должны быть собраны с растений, находящихся в одинаковых экологических условиях (уровень освещенности, увлажнения и т.д.}. Нужно выбирать растения, растущие на открытых участках (полянах, опушках), поскольку многие виды

светлолюбивы и условия затенения являются для них стрессовыми и могут существенно снизить стабильность развития.

- **Возрастное состояние растения.** Для исследования выбираются растения, достигшие генеративного возрастного состояния.

- **Положение в кроне.** У березы повислой лучше собирать листья из нижней части кроны дерева с максимального количества доступных веток относительно равномерно вокруг дерева.

- **Тип побега.** У березы повислой берутся листья с укороченных побегов.

- **Размер листьев** должен быть сходным, средним для данного растения.

- **Поврежденность листьев.** Поврежденные листья могут быть использованы для анализа, если не затронуты участки, с которых будут сниматься измерения. Нужно собирать с растения несколько больше листьев, чем требуется, на тот случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа.

### 3.2. Подготовка , хранение и измерение материала

Никакой специальной обработки и подготовки материала не требуется. Материал может быть обработан сразу после сбора, или позднее. Для непродолжительного хранения собранный материал можно хранить в полиэтиленовом пакете на нижней полке холодильника. Для длительного хранения можно зафиксировать материал в 60% растворе этилового спирта или гербаризировать.

Для измерения лист помещают перед собой стороной, обращенной к верхушке побега. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам левой и правой сторон листа (рис. 2).



**Рис.2. Схема морфометрических признаков листовой пластины березы повислой для анализа стабильности развития.**

1- Ширина левой и правой половинок листа. Для измерения лист складывают пополам, совмещая верхушку с основанием листовой пластинки. Потом разгибают лист и по образовавшейся складке производят измерения.

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.

Для измерений потребуются измерительный циркуль, линейка и транспортир. Промеры 1 - 4 снимаются циркулем-измерителем, угол между жилками (признак 5) измеряется прозрачным пластиковым транспортиром.

Результаты измерений заносятся в таблицу1:

**Таблица 1.** Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием пластических признаков (промеры листа).

№	Номер признака*									
	1		2		3		4		5	
	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа	слева	справа
1	18	20	32	33	4	4	12	12	46	50

2	20	19	33	33	3	3	14	13	50	49
3	18	18	31	31	2	3	12	11	50	46
4	18	19	30	32	2	3	10	11	49	49
5	20	20	30	33	6	3	13	14	46	53
6	12	14	22	22	4	4	11	9	39	39
7	14	12	26	25	3	3	11	11	34	40
8	13	14	25	23	3	3	10	8	39	42
9	12	14	24	25	5	5	9	9	40	32
10	14	14	25	25	4	4	9	8	<sup>32</sup>	32

**Таблица 2.** Образец таблицы для обработки данных по оценке стабильности развития с использованием пластических признаков (промеры листа). Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке.

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7
1	0,052	0,015	0	0	0,042	0,022
2	0,026	0	0	0,037	0,010	0,015
3	0	0	0,2	0,044	0,042	0,057
4	0,027	0,032	0,2	0,048	0	0,061
5	0	0,048	0,33	0,037	0,071	0,098
6	0,077	0	0	0,1	0	0,035
7	0,077	0,019	0	0	0,081	0,036
8	0,037	0,042	0	0,111	0,037	0,045
9	0,077	0,020	0	0	0,111	0,042
10	0	0	0	0,059	0	0,012
Величина асимметрии в выборке:						X=0,042

Каждая выборка должна включать в себя 100 листьев (по 10 листьев с каждого дерева). Листья с одного растения хранятся отдельно, связаны за черешки. Все листья, собранные с одной выборки, необходимо сложить в полиэтиленовый пакет, туда же вложить этикетку. На этикетке необходимо указать:

- номер выборки,
- место сбора (делая максимально подробное описание данной местности),
- дату сбора.

Сбор материала следует проводить после остановки роста листьев (начиная с июля).

При выполнении исследования должны выполняются следующие операции:

- Положить перед собой лист березы внутренней стороной.
- С каждого листа снять показатели по пяти промерам (рис.1), с левой и правой стороны.

Для исследований требуются циркуль-измеритель, линейка и транспортир. Результаты исследований заносятся в таблицу 1

Полученные данные по промерам, заносятся в таблицы (1,2), которые вы можете посмотреть в приложении.

Растения являются чувствительным объектом, позволяющим оценивать комплекс воздействий, характерный для данной территории в целом, поскольку ассимилируют вещества и подвержены прямому воздействию одновременно из двух сред - почвы и воздуха. Кроме того, растения ведут прикрепленный образ жизни, и, таким образом, их

состояние отображает, прежде всего, загрязнение конкретного локального местообитания. Для оценки показателя ФА используется лист как орган, обладающий билатеральной асимметрией, к тому же, данный орган обладает большой экологической восприимчивостью. Для мерных признаков величина асимметрии у растений рассчитывается как различие в промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Интегральным показателем стабильности развития для комплекса мерных признаков является средняя величина относительного различия между сторонами на признак. Этот показатель рассчитывается как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждой особи, отнесенное к числу используемых признаков. Для оценки степени выявленных отклонений от нормы, их места в общем диапазоне возможных изменений показателя разработана балльная шкала. По этой шкале условно нормальное фоновое состояние принимается как первый балл; соответственно, диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается как пятый балл. Он соответствует тем популяциям, где есть явное неблагоприятное воздействие и такие изменения состояния организма, которые приводят организм к гибели.

Такая балльная система оценок по величине интегральных показателей стабильности развития для березы приведена ниже (таблица3)

**Таблица 3**

Пятибалльная шкала оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития (Захаров и др., 2000)

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,040 (условная норма)
II	0,040-0,044
III	0,045-0,049
IV	0,050-0,054
V	>0,054 (сильное, экстремальное загрязнение)

## 4.РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1.Характеристики мест сбора листьев

Материал для исследования был выбран в шести точках. **Таблица 4**

Измерения представлены в таблицах (5-16)

**Таблица 4**

№ выборки	Место выборки	Источник техногенного воздействия
№ 1	Контроль вблизи д. Нестерово	Лес за пределами города (десять километров от города). Источника техногенного загрязнения нет.
№ 2	Лес вдоль дороги Руза - Можайск	Автомагистраль областного значения с пропускным потоком машин 1536 в час
№ 3	Центр города Рузы (перекресток)	Густая сеть автодорог, три остановки для автотранспорта и автостоянка.
№ 4	Автовокзал г.Можайск	Густая сеть автодорог, три остановки для автотранспорта и автостоянка. Рядом железнодорожная станция.
№5	Парк вблизи автовокзала	Густая сеть автодорог, три остановки для автотранспорта и автостоянка.
№ 6	Улица Федеративная г.Руза	Центральная улица города, рядом автовокзал

--	--	--

**Измерения**

**Таблица 5**

**Пробная площадка №1 Контроль**

	1		2		3		4		5	
	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право
1	20	20	33	30	6	6	15	15	60	60
2	23	25	35	35	8	7	18	18	60	55
3	20	20	31	31	5	6	13	13	50	50
4	25	25	34	34	9	14	19	19	55	55
5	24	21	35	35	4	6	15	15	53	53
6	18	20	31	31	6	6	13	15	55	45
7	21	21	31	34	7	8	13	15	55	55
8	16	17	29	28	3	5	12	12	50	50
9	15	17	28	30	4	6	13	13	50	50
10	17	17	28	27	5	4	10	15	50	50
11	18	18	32	30	5	4	16	14	50	50
12	14	15	25	26	5	6	12	12	50	51
13	20	20	31	32	6	9	16	17	55	57
14	19	18	28	27	8	8	11	10	45	45
15	23	23	38	36	6	5	19	20	55	55

Расчет интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

**Таблица 6**

	1	2	3	4	5	В.А.Л.
1	0	0,047	0	0	0	0,0094
2	0,041	0	0,066	0	0,04	0,0294
3	0	0	0,09	0	0	0,018
4	0	0	0,217	0	0	0,0434
5	0,066	0	0,2	0	0	0,0532
6	0,052	0	0	0,071	0,1	0,0446
7	0	0,046	0,066	0,071	0	0,0366
8	0,03	0,017	0,025	0	0	0,0144
9	0,062	0,034	0,2	0	0	0,0592
10	0	0,018	0,111	0,2	0	0,0658
11	0	0,032	0,111	0,066	0	0,0418
12	0,034	0,019	0,09	0	0,01	0,0306
13	0	0,015	0	0,03	0,017	0,0124
14	0,027	0,018	0,142	0,047	0	0,0468
15	0	0,027	0,09	0,025	0	0,0284
Величина асимметрии в выборке <b>0,0356</b>						

**Диаграмма 1**



**Таблица 7**

**Пробная площадка №2**

	1		2		3		4		5	
	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право
1	23	23	39	38	7	7	15	14	50	53
2	20	19	33	33	6	3	16	12	50	53
3	19	18	34	38	7	2	17	22	55	55
4	11	11	22	23	2	5	10	11	45	45
5	20	20	33	33	8	9	12	15	53	50
6	21	20	32	32	5	5	15	12	50	54
7	17	18	29	29	8	5	12	10	50	50
8	17	14	30	29	7	5	15	15	50	45
9	20	23	37	34	7	8	13	16	55	55
10	15	16	28	29	5	6	12	11	55	55
11	13	15	23	23	5	7	8	12	45	47
12	12	14	21	21	4	4	9	9	47	47
13	19	20	31	33	8	7	12	13	50	51
14	17	18	33	34	7	6	14	16	45	47
15	17	15	26	31	7	7	11	13	45	43

**Таблица 8**

Расчет интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке № 2

	1	2	3	4	5	В.А.Л.
1	0	0,012	0	0,034	0,029	0,015
2	0,02	0	0,333	0,142	0,029	0,1048
3	0,027	0,055	0,555	0,128	0	0,153
4	0	0,022	0,428	0,047	0	0,0994
5	0	0	0,058	0,111	0,038	0,0414
6	0,024	0	0	0,111	0,29	0,085
7	0,028	0	0,231	0,09	0	0,0698
8	0,129	0,016	0,166	0	0,052	0,0726
9	0,032	0,042	0,066	0,103	0	0,0486
10	0,032	0,017	0,09	0,043	0	0,0364

11	0,071	0	0,166	0,2	0,021	0,0916
12	0,076	0	0	0	0	0,0152
13	0,025	0,031	0,066	0,04	0,01	0,0344
14	0,028	0,014	0,076	0,066	0,022	0,0412
15	0,062	0,087	0	0,083	0,023	0,051
Величина асимметрии в выборке <b>0,0639</b>						

Диаграмма 2

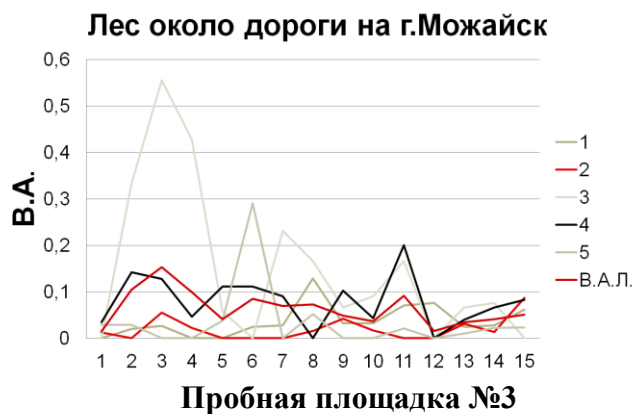


Таблица 9

	1		2		3		4		5	
	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право
1	16	19	32	34	8	7	11	14	40	40
2	17	16	29	27	6	7	10	9	41	41
3	21	23	37	36	5	4	12	12	41	43
4	12	13	19	20	5	7	8	7	30	35
5	22	19	30	31	5	3	10	11	43	44
6	17	16	27	27	4	5	9	10	43	41
7	18	19	30	30	4	3	10	10	45	45
8	21	22	34	34	5	4	12	14	54	53
9	19	19	30	29	4	3	14	11	48	51
10	19	19	29	27	6	6	10	11	40	44
11	18	20	29	30	13	4	12	9	35	37
12	15	16	27	26	8	5	11	9	48	45
13	15	16	27	27	6	7	12	11	42	43
14	20	16	29	29	5	5	11	10	40	37
15	13	16	24	26	4	6	8	9	37	38

Таблица 10

Расчет интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке №3

	1	2	3	4	5	В.А.Л.
1	0,086	0,03	0,067	0,12	0	0,0606

2	0,03	0,036	0,077	0,053	0	0,0392
3	0,045	0,017	0,111	0	0,024	0,0394
4	0,04	0,026	0,167	0,067	0,077	0,0754
5	0,073	0,016	0,25	0,048	0,011	0,0796
6	0,03	0	0,111	0,053	0,024	0,0436
7	0,027	0	0,143	0	0	0,034
8	0,023	0	0,111	0,077	0,01	0,0442
9	0	0,016	0,143	0,12	0,03	0,0618
10	0	0,036	0	0,048	0,048	0,0264
11	0,053	0,016	0,529	0,143	0,028	0,1538
12	0,032	0,019	0,231	0	0,032	0,0628
13	0,032	0	0,077	0,043	0,012	0,0328
14	0,111	0	0	0,047	0,038	0,0392
15	0,103	0,04	0,2	0,059	0,013	0,083
Величина асимметрии в выборке						<b>0,0583</b>



**Диаграмма 3**

**Пробная площадка №4**

Расчет интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке №4

**Таблица11**

	1	2	3	4	5	В.А.Л.
1	0,125	0,0188	0,111	0	0	0,05096
2	0,0857	0,0447	0	0,0476	0	0,0356
3	0,0322	0,0169	0	0	0	0,00982
4	0	0,0169	0,0769	0	0,0588	0,03052
5	0,0285	0,0322	0	0,09	0,061	0,04234
6	0,0344	0,074	0	0,125	0,0769	0,06206
7	0	0	0	0,066	0,0476	0,02272
8	0	0,01818	0	0	0	0,003636
9	0,0857	0,017	0,166	0	0	0,05374
10	0,071	0,017	0	0	0,0476	0,02712
11	0,1034	0,0188	0,2	0,111	0,0704	0,10072
12	0,2	0,0416	0	0,176	0,0588	0,09528

13	0	0,0612	0	0	0,0704	0,02632
14	0,12	0,121	0,2	0,1428	0,0588	0,12852
15	0,076	0,09	0,2	0,111	0,0769	0,11078
Величина асимметрии в выборке						<b>0,0533</b>



**Диаграмма 4**

**Таблица 12**

	1		2		3		4		5	
	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право
1	14	18	26	27	4	5	10	10	35	35
2	16	19	32	35	3	3	10	11	40	40
3	15	16	30	31	4	4	10	10	37	37
4	19	19	30	31	7	6	12	12	40	45
5	17	18	30	32	4	4	10	12	43	38
6	14	15	29	25	6	6	9	7	35	30
7	13	13	25	25	5	5	7	8	30	33
8	18	18	27	28	6	6	10	10	40	40
9	19	16	28	29	5	7	9	9	40	40
10	13	15	28	29	7	7	8	8	30	33
11	13	16	27	25	6	4	8	10	38	33
12	18	12	23	25	4	4	7	10	45	40
13	12	12	23	26	5	5	9	9	33	30
14	14	11	23	18	4	6	8	6	45	40
15	12	14	24	20	6	4	8	10	30	35

### Пробная площадка №5

Расчет интегрального показателя флуктуирующей ассиметрии в выборке №5

Таблица13

	1	2	3	4	5	В.А.Л.
1	0,125	0,0188	0,111	0	0	0,05096
2	0,0857	0,0447	0	0,0476	0	0,0356
3	0,0322	0,0169	0	0	0	0,00982
4	0	0,0169	0,0769	0	0,0588	0,03052
5	0,0285	0,0322	0	0,09	0,061	0,04234
6	0,0344	0,074	0	0,125	0,0769	0,06206
7	0	0	0	0,066	0,0476	0,02272
8	0	0,01818	0	0	0	0,003636
9	0,0857	0,017	0,166	0	0	0,05374
10	0,071	0,017	0	0	0,0476	0,02712
11	0,1034	0,0188	0,2	0,111	0,0704	0,10072
12	0,2	0,0416	0	0,176	0,0588	0,09528
13	0	0,0612	0	0	0,0704	0,02632
14	0,12	0,121	0,2	0,1428	0,0588	0,12852
15	0,076	0,09	0,2	0,111	0,0769	0,11078
Величина ассиметрии в выборке <b>0,0459</b>						

Таблица14

	1		2		3		4		5	
	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право
1	21	22	33	34	4	5	14	14	43	42
2	19	21	31	34	6	4	13	12	41	43
3	25	24	37	35	9	9	13	13	38	39
4	23	24	34	34	4	4	13	13	38	39
5	23	22	34	33	5	3	12	12	40	43
6	23	22	37	35	8	8	13	14	37	35
7	26	23	36	36	5	5	12	12	47	43
8	23	23	37	38	5	4	11	12	36	40
9	25	25	41	39	8	6	17	18	35	40
10	19	19	28	29	4	4	9	12	42	45
11	20	25	34	37	4	5	12	13	40	40
12	24	24	34	34	6	6	13	14	45	41
13	23	22	37	36	7	2	14	15	35	35
14	23	23	34	34	7	8	12	10	39	39
15	24	21	37	34	4	4	15	12	33	35

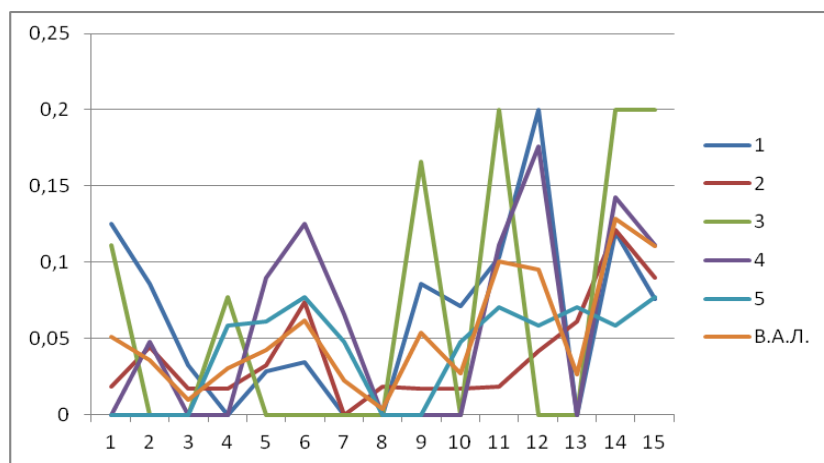


Диаграмма 5

**Пробная площадка №6**

Расчет интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке №6

Таблица 15

	1	2	3	4	5	В.А.Л.
1	0,052	0,054	0,111	0	0	0,0434
2	0	0,035	0,066	0,052	0	0,0306
3	0,062	0,052	0,066	0,13	0,066	0,0752
4	0,09	0,02	0,125	0	0,033	0,0536
5	0,153	0,042	0,125	0,09	0,048	0,0916
6	0,13	0,022	0,037	0	0,142	0,0662
7	0	0,018	0,166	0	0	0,0368
8	0,045	0,013	0,217	0,052	0,011	0,0676
9	0,084	0,016	0,047	0,04	0,022	0,0418
10	0,071	0,018	0	0,09	0,052	0,0462
11	0,03	0	0,047	0	0	0,0154
12	0,062	0,018	0,076	0,09	0,027	0,0546
13	0	0,037	0,111	0,09	0,046	0,0568
14	0,024	0,068	0,059	0,1	0,066	0,0634
15	0	0	0	0,047	0,047	0,0188
Величина асимметрии в выборке						<b>0,0508</b>

	1		2		3		4		5	
	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право	лево	право
1	18,5	20	35	39	8	10	18	18	44	44
2	14	14	27	29	8	7	10	9	41	40
3	15	17	27	30	8	7	10	13	35	40
4	10	12	24	25	7	9	9	9	29	31
5	11	15	23	25	7	9	10	12	44	40
6	10	13	23	22	13	14	8	8	30	40
7	14	14	27	28	7	5	10	10	30	30
8	23	21	38	37	9	14	20	18	45	44
9	20	17	31	30	11	10	13	12	45	43
10	13	15	29	28	4	4	10	12	45	50
11	16	17	29	29	10	11	14	14	40	40
12	15	17	28	27	6	7	10	12	37	35
13	17	17	26	28	10	8	10	12	45	41
14	20	21	34	39	8	9	11	9	40	35
15	15	15	29	29	8	8	10	11	36	34

### Пробная площадка №6



Диаграмма 6

#### 4.3.Обработка измерений

Листовая пластина березы имеет четко выраженную двустороннюю симметрию. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины, которые адекватно отражают уровень техногенного воздействия на растительность. Они характеризуются следующими интегральными показателями стабильности развития, которые приведены в таблице 17.

Таблица17

Интегральные показатели стабильности развития пробных площадок.

Место сбора образцов	Интегральный показатель асимметрии	Балл состояния
Контроль вблизи д. Нестерово	0,0356	1 Условная норма
Лес вдоль дороги Руза - Можайск	0,0639	5 Критическое состояние
Центр города Рузы (перекресток)	0,0583	5 Критическое состояние
Автовокзал г.Можайск	0,0533	4

Парк вблизи автовокзала	0,0459	3
Улица Федеративная г.Руза	0,0508	4

При балльной оценке используется таблица соответствия баллов качества среды значениям коэффициентов асимметрии (табл.18).

**Таблица18**

Балльная система качества среды обитания

Балл состояния				
1	2	3	4	5
<0,040 (условная норма)	0,040-0,044	0,045-0,049	0,050-0,054	>0,054 (критическое состояние)

Выборка из лесного массива (контроль) характеризуются более низким интегральными показателями асимметрии, что позволяет сделать вывод о том что качество здоровья лесной среды в норме и растения как индикаторы чистоты среды чувствуют себя благополучно. Механизмы гомеостаза поддерживают оптимальное протекание процессов развития.

Выборки (2-6) имеют более высокие показатели нарушения стабильности развития у березы повислой, что соответствует 3-5 баллу (загрязнено) по классификации Захарова В.М., характерного для территорий с неблагоприятной экологической ситуацией. Состояние здоровья среды в центре г.Рузы, что проходит вблизи микрорайона нашей школы вызывает беспокойство, т.к. показатель асимметрии самый высокий, что соответствует 5б. по шкале Захарова В.М., это критическое значение. Растения в таких условиях находятся в сильно угнетенном состоянии. Поэтому у них проявляются сильные отклонения от билатеральной симметрии. Неблагоприятная экологическая обстановка влияет не только на растения, но вероятно на животных и человека. Минимальные значения асимметрии (0,0356), а значит мало отклонений от нормального морфологического строения, отмечены для выборки из лесного массива около д. Нестерово. Максимальные значения асимметрии 0,0639 встречаются только для листьев с растений, собранных у автодороги Руза- Можайск.

## ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы я определил качество здоровья среды путем изучения флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula*.

Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод о том, что

- 1.Наибольшая степень флуктуирующей асимметрии, характеризующая стабильность развития березы повислой, в наших исследованиях установлена около автодороги Руза-Можайск, следовательно, состояние окружающей среды здесь критическое.
- 2.В жилом микрорайоне состояние среды характеризуется как средне загрязненное, удовлетворительное.
- 3.Наиболее благоприятное состояние среды выявили в лесном массиве около д.Нестерово, состояние соответствует условной норме.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование было направлено на изучение влияния последствий загрязнения окружающей среды на растительную компоненту экосистем, что позволило получить достоверную картину условий места произрастания растений, и отразило состояние здоровья среды. Флуктуирующая асимметрия является чувствительным индикатором состояния природных популяций. На основании необходимых измерений и расчетов был рассчитан показатель стабильности развития березы повислой шести пробных площадок. В результате работы были выявлены оптимальные территории и те, на которые необходимо обратить внимание общественности и администрации города, возможно, для проведения независимой экспертизы с целью установления решающих факторов, влияющих на здоровье среды, и дальнейшего их устранения. Кроме того результаты данных исследований могут быть использованы для фиторекультивации: при создании защитных полос вдоль дорог необходимо применять долговечные, устойчивые к воздействию выхлопных газов автомобилей растения. Та же рекомендация может быть использована при озеленении городской среды.

Исследования показали, что на обследованных нами территориях состояние окружающей среды можно охарактеризовать как **неблагополучное**, с высокой степенью отклонения от условно здорового состояния. По всей видимости, данные зафиксированные нарушения вызваны непосредственной близостью автодорог на всех исследуемых участках и возможно, факторами, нами пока не установленными.

Анализ результатов позволил сделать вывод о том, что в пределах г.Рузы экологическая обстановка не соответствует норме, у большинства растений исследуемых растений видны отклонения от нормального фонового состояния.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Баранов С.Г., Д.Е. Гавриков «Сравнение методов оценки флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendul Roth* » (интернет)
2. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое пособие для заповедников - М.: Центр экологической политики России, 2000.
3. Ливенцев В.П., Атрохин В.Г. «Практикум по лесоводству», Москва, «Просвещение», 1981.
4. Носовская И.И., Крамарева Е.В. Экологическая характеристика Рузского района московской области // Фундаментальные исследования. – 2005. – № 10 – С. 87-88.
5. Никаноров А.М., Хоружая Т.А. Экология: учебник для вузов - М.: ПРИОР, 2001.