

# «Использование листьев древесных растений в биоиндикации состояния окружающей среды»



Автор работы:

Диденко М.Ю.

10-а класс МБОУ СОШ №1 г. Азова, г. Азов, Россия

Руководитель:

Минина С.Н., МБОУ СОШ №1 г. Азова, учитель  
биологии и химии

# Актуальность

На *современном этапе* развития общества *актуальными* становятся проблемы взаимоотношений человека и природы. Ухудшается состояние воды, воздуха, почвы.

*«Все меньше окружающей природы, все больше окружающей среды».* Человеку важно понять, какую пищу он потребляет, каким воздухом дышит, насколько чистую воду пьет.

Важное место в мониторинге окружающей среды занимают методики *биоиндикации*.





# Биоиндикация



**Биоиндикация** - метод оценки качества окружающей среды при помощи биологических систем.

**Методики биоиндикации** играют важную роль в оценке загрязнения окружающей среды.

Одно из направлений - **дендроиндикация**, предполагает использование органов древесно-кустарниковых растений. Растения являются химическими сенсорами, позволяющими обнаруживать присутствие загрязняющих веществ.

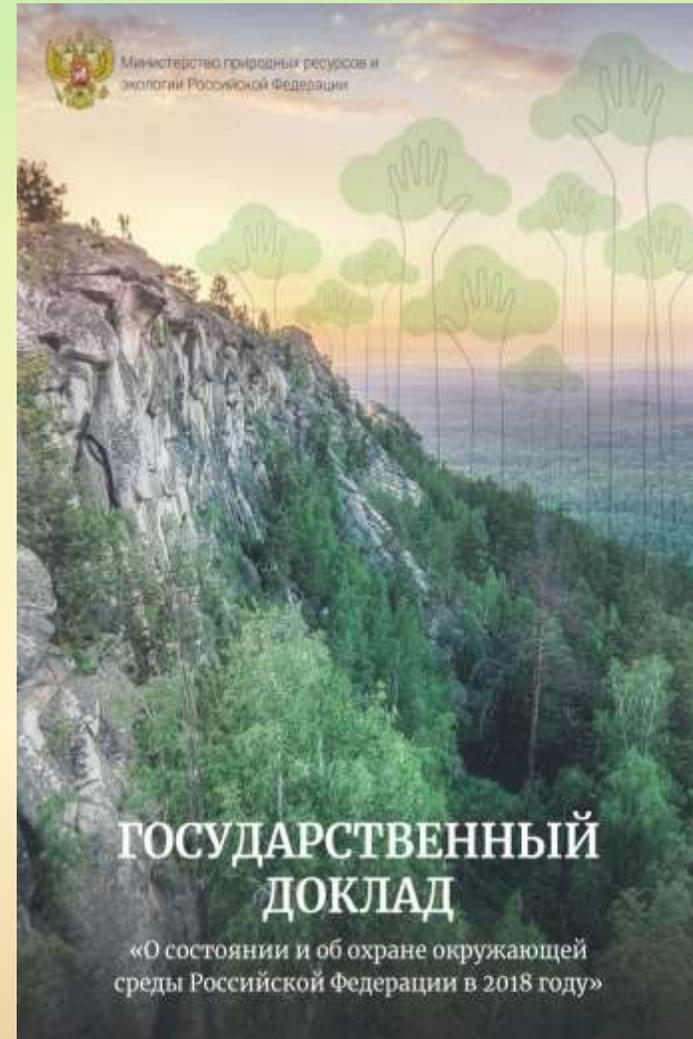
# Цель проекта



Проверить на практике возможность использования листьев широколиственных деревьев как биоиндикаторов окружающей среды в разных точках на территории муниципального образования города Азова.

# Задачи

- ❑ Найти теоретические источники информации по теме исследования и проработать их содержание.
- ❑ Проанализировать сведения, представленные в экологических статьях и отчетах.
- ❑ Выбрать территориальные участки для проведения исследования и собрать растительный материал.
- ❑ Провести морфометрические измерения листьев деревьев и обработать полученные сведения на предмет определения флуктуирующей асимметрии.



# Задачи

- ❑ Провести смыв листьев деревьев выбранных участков, установить водородный показатель полученных растворов и сделать сравнительный анализ
- ❑ Провести химический анализ смыва листьев, определить содержание солей тяжелых металлов.
- ❑ Сделать выводы, проанализировав результаты проведенной работы, определить перспективы развития и практического использования.



# Гипотеза



Как «*глаза - зеркало души*», так и листья растений являются важнейшими вегетативными органами, способными своими внешними характеристиками и химическим составом определять характер состояния окружающей среды.



# Методы исследования

## ❖ теоретические:

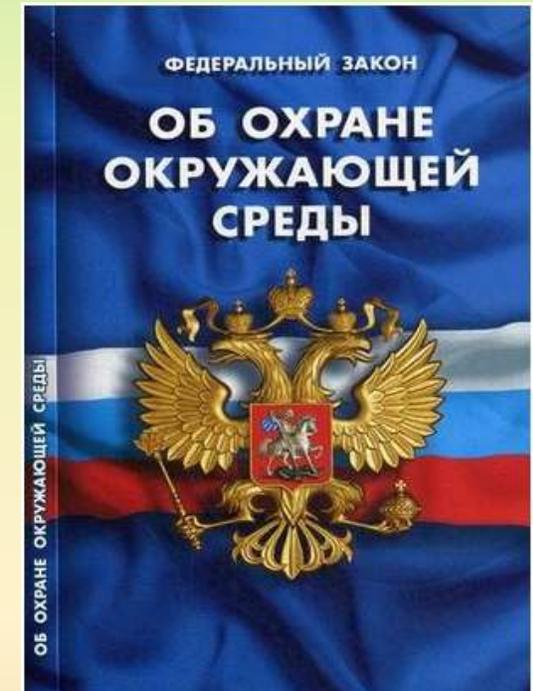
работа с документами и статьями экологической направленности;

анализ и синтез, обобщение и сравнение полученной информации;

## ❖ эмпирические:

сбор растительного материала, измерение листьев, проведение эксперимента;

математическая обработка полученных результатов и использование различных форм их представления в виде таблиц, диаграмм.



# Объект и предмет исследования

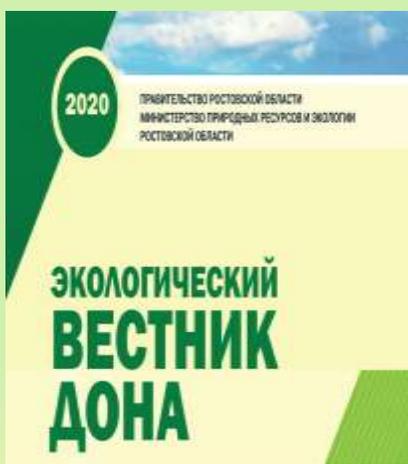
## *Объект исследования:*

листья деревьев на выбранных точках

## *Предмет исследования:*

- 1) морфометрические характеристики, позволяющие обнаружить флуктуирующую асимметрию листовой пластинки;
- 2) установление водородного показателя
- 3) определение химического состава смывов листьев





# Обзор научно-теоретических источников информации

- В докладе М.В.Фишкина,<sup>(1)</sup> министра природных ресурсов и экологии РО указывается, что приоритетным является обеспечение экологической безопасности;
- На официальном портале правительства опубликована Государственная программа РО «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование», целью которой является повышение защищенности окружающей среды от антропогенного воздействия.
- Обзор «Экологического вестника» позволяет сделать вывод, что в г.Азове за последние три года с 2018 г.обстановка по показателям ИЗА, СИ, НП улучшена.

# Экологические бюллетени по г.Азову

В августе – октябре 2020 г. наблюдалось превышение ПДК взвешенных частиц в воздухе (от 1,8 ПДК до 4,2 ПДК), особенно высокими были показатели максимальной разовой концентрации (от 2 ПДК до 7,8 ПДК).

- Радиационный фон был в пределах нормы.
- Не было превышения ПДК по показателям содержания в воздухе  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $NO_2$ .



# Растения как индикаторы загрязнения среды

Пылевидные частицы в воздухе задерживаются листьями зеленых растений, отрицательным образом сказываясь на их газообмене, фотосинтетической способности, процессах испарения. Изменяется метаболизм, снижается жизнеспособность, фотосинтетическая активность, блокируются каталитические центры ферментов, что может проявиться в морфо-анатомических и репродуктивно-физиологических характеристиках. Реакция растений на загрязнение позволяет их использовать в качестве биоиндикаторов в системе мониторинга окружающей среды.

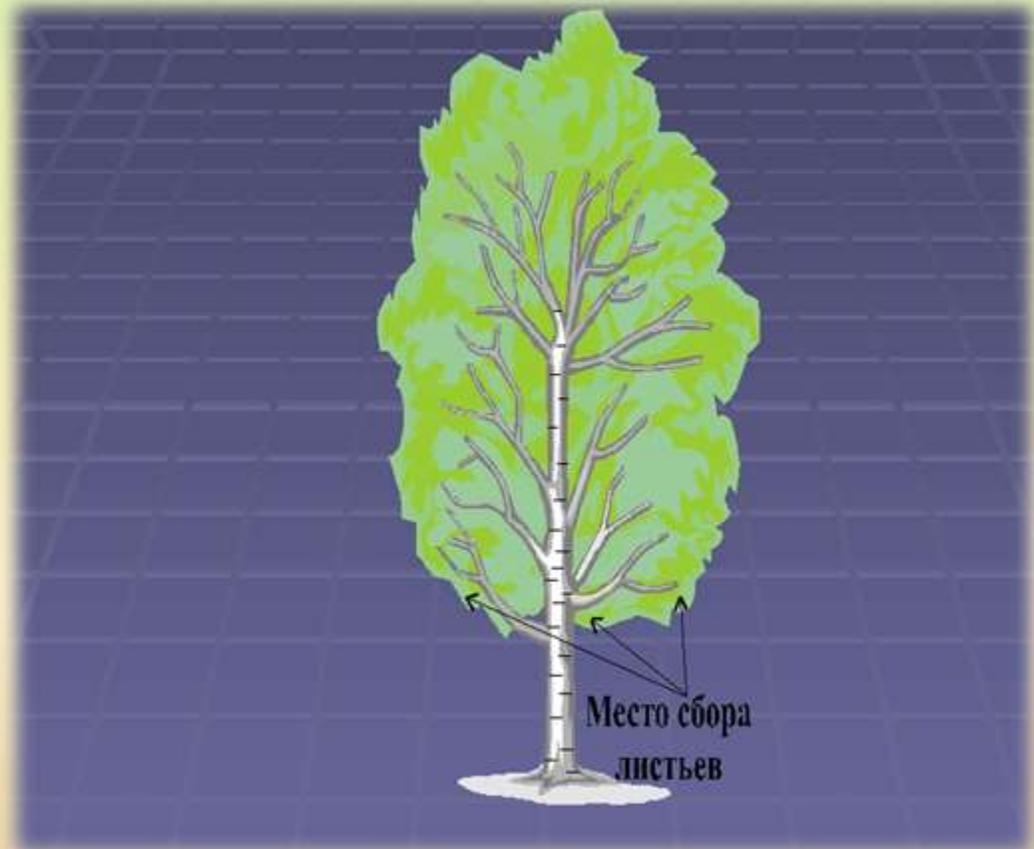
# Озеленение города

Важная роль в очистке воздуха от взвешенных частиц, в создании благоприятного ионизационного показателя и степени увлажнения принадлежит растениям. В городе много парков, скверов, озелененных улиц, газонов, создающих благоприятную среду для жизни



# Растения, используемые в работе

- Вид *Береза Повислая*
- *Тополь пирамидальный*
- *Тополь дельтовидный*
- *Вяз обыкновенный*
- *Клен остролистный*



# Выбор точек исследования

- Первый- территория парка Памяти и граничащая с ним березовая аллея, прилегающая к многоквартирным домам и церкви, Дому Культуры.
- Второй – в промышленной зоне, на территории нерегулируемого перекрестка, ведущего к автовокзалу и железнодорожной платформе, характеризующийся сильным транспортным потоком, наличием пешеходных переходов, требующих работы двигателей вхолостую.
- Третий - прибрежная зона, расположенная у реки Дон и Азовка, характеризующаяся отсутствием автотранспорта и промышленных объектов.

# Участки сбора листьев



№1



№2



№3

# Измерение коэффициента флуктуирующей асимметрии

**Объект исследования.** Листья деревьев: березы повислой, тополя пирамидального, тополя дельтовидного, вяза обыкновенного, клена остролистного, собранные в октябре 2020г. на указанных территориях.

**Предмет исследования:** морфометрические характеристики листьев.

**Оборудование для исследования:** линейка, транспортир

С листьями растений работала по методике Захарова В.М.<sup>(6)</sup>, в которой была предложена система оценки качества окружающей среды по листьям.

# Принятые значения показателя стабильности

Степень благополучности среды разбалована по величине показателя стабильности развития листьев.

Баллы	I	II	III	IV	V
Величина показателя стабильности развития	Меньше 0,040	0,040-0,044	0,045-0,049	0,050-0,054	Больше 0,54
Характеристика	Условная норма (степень благополучия повышенная)	Слабое влияние неблагоприятных факторов	Среднее влияние неблагоприятных факторов	Существенные загрязнения	Критические значения загрязнений

# Порядок измерений

Измерения листьев проводила по 5 параметрам

1 – ширина на середине листа (см);

2 – длина 2-ой от черешка жилки II порядка (см);

3 – расстояние между 1-ой и 2-ой от черешка жилкой второго порядка в месте отхождения от жилки I порядка (см);

4 – расстояние между 1-ой и 2-ой от черешка жилкой второго порядка в месте их окончания (см);

5 – угол между центральной и 2-ой от черешка жилкой (градусы).



# Вычисление коэффициента стабильности



Для вычисления коэффициента стабильности развития листа определяла показатели:

- Разность показателей по одному признаку делила на их сумму ( $Z$ );
- Находила среднее арифметическое показателей по данным 1-го пункта по всем признакам для каждого листа ( $Y$ );
- Находила среднее арифметическое показателей, найденных во 2-ом пункте, для всех листьев ( $K$ ).

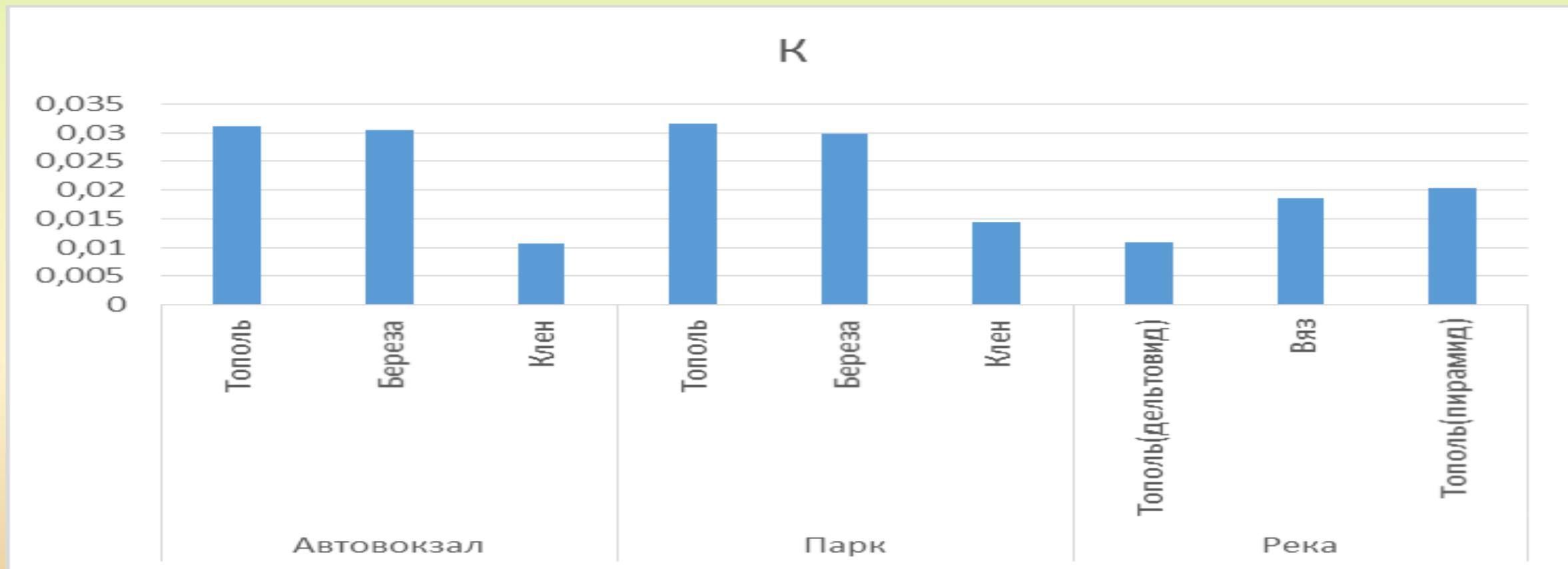
# Пример таблицы измерений и вычислений

Лист клена	1L	1R	Z1	2L	2R	Z2	3L	3R	Z3	4L	4R	Z4	5L	5R	Z5	Y	K
1	10,5000	10,5000	<b>0,0000</b>	8,8000	8,7000	<b>0,0057</b>	1,0000	1,0000	<b>0,0000</b>	1,2000	1,0000	<b>0,0909</b>	30,0000	28,0000	<b>0,0345</b>	<b>0,0262</b>	
2	9,5000	9,6000	<b>0,0052</b>	9,6000	9,8000	<b>0,0103</b>	2,5000	2,6000	<b>0,0196</b>	2,4000	2,6000	<b>0,0400</b>	30,0000	33,0000	<b>0,0476</b>	<b>0,0246</b>	
3	12,5000	12,3000	<b>0,0081</b>	10,0000	9,8000	<b>0,0101</b>	2,0000	1,9500	<b>0,0127</b>	2,0000	2,0000	<b>0,0000</b>	20,0000	20,0000	<b>0,0000</b>	<b>0,0062</b>	
4	13,0000	13,1000	<b>0,0038</b>	8,4000	8,4000	<b>0,0000</b>	2,0000	1,9000	<b>0,0256</b>	1,9000	2,0000	<b>0,0256</b>	50,0000	49,0000	<b>0,0101</b>	<b>0,0130</b>	
5	10,3000	10,3000	<b>0,0000</b>	8,8000	8,8000	<b>0,0000</b>	1,0000	1,0000	<b>0,0000</b>	1,2000	1,1000	<b>0,0435</b>	30,0000	30,0000	<b>0,0000</b>	<b>0,0087</b>	<b>0,0144</b>
6	9,7000	9,6000	<b>0,0052</b>	9,7000	9,6000	<b>0,0052</b>	1,0000	0,9000	<b>0,0526</b>	1,1000	1,0000	<b>0,0476</b>	28,0000	28,0000	<b>0,0000</b>	<b>0,0221</b>	
7	11,4000	11,5000	<b>0,0044</b>	10,0000	9,9000	<b>0,0050</b>	2,3000	2,2000	<b>0,0222</b>	2,2000	2,2000	<b>0,0000</b>	30,0000	32,0000	<b>0,0323</b>	<b>0,0128</b>	
8	10,5000	10,5000	<b>0,0000</b>	8,9000	8,9000	<b>0,0000</b>	2,7000	2,7000	<b>0,0000</b>	1,2000	1,3000	<b>0,0400</b>	36,0000	38,0000	<b>0,0270</b>	<b>0,0134</b>	
9	12,0000	12,1000	<b>0,0041</b>	9,7000	9,7000	<b>0,0000</b>	1,9000	1,8500	<b>0,0133</b>	2,0000	2,0000	<b>0,0000</b>	35,0000	34,0000	<b>0,0145</b>	<b>0,0064</b>	
10	10,0000	9,9000	<b>0,0050</b>	8,9000	8,8500	<b>0,0028</b>	2,2000	2,3000	<b>0,0222</b>	2,3000	2,2000	<b>0,0222</b>	30,0000	30,0000	<b>0,0000</b>	<b>0,0105</b>	

*Коэффициент стабильности развития листа клена остролистного находится в зоне условной нормы ( $0,0144 < 0,040$ ).*

# Результаты измерений на трех точках

Место	Автовокзал			Парк			Река		
Растение	Тополь	Береза	Клен	Тополь	Береза	Клен	Тополь(дельтовид)	Вяз	Тополь(пирамид)
К	0,0311	0,0303834	0,010707	0,031667	0,029907	0,014383	0,010968177	0,018522	0,020401377



# Анализ результатов по определению флуктуирующей асимметрии

- Коэффициент  $K$ , выведенный для листьев каждого дерева, показывает, что состояние окружающей среды на каждой точке в условиях нормы ( $K < 0,040$ ).
- Коэффициенты на прибрежной территории имеют наиболее низкие значения.
- Коэффициент стабильности развития листьев тополя пирамидального закономерно уменьшается от вокзала до прибрежной территории. В отношении листьев других растений закономерность не выявлена.
- Листья тополя пирамидального обладают более высокой поглощательной способностью пыли и токсичных веществ, а значит, листья тополя реально использовать в биоиндикации окружающей среды, тем более в южных районах страны тополь встречается часто.

# Установление водородного показателя смывов листьев

**Объект исследования:** листья березы повислой с точек №1 и 2; тополя пирамидального, с точек №1,2,3; вяза обыкновенного с точки №3.

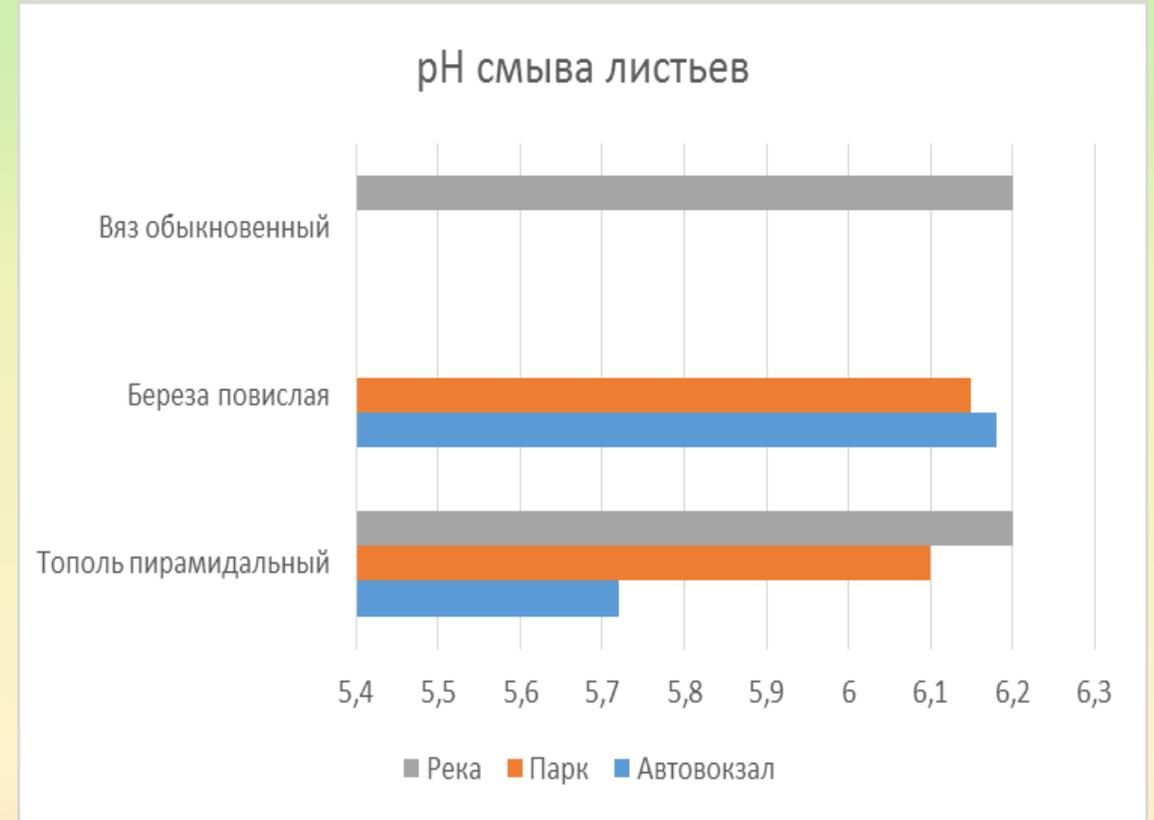
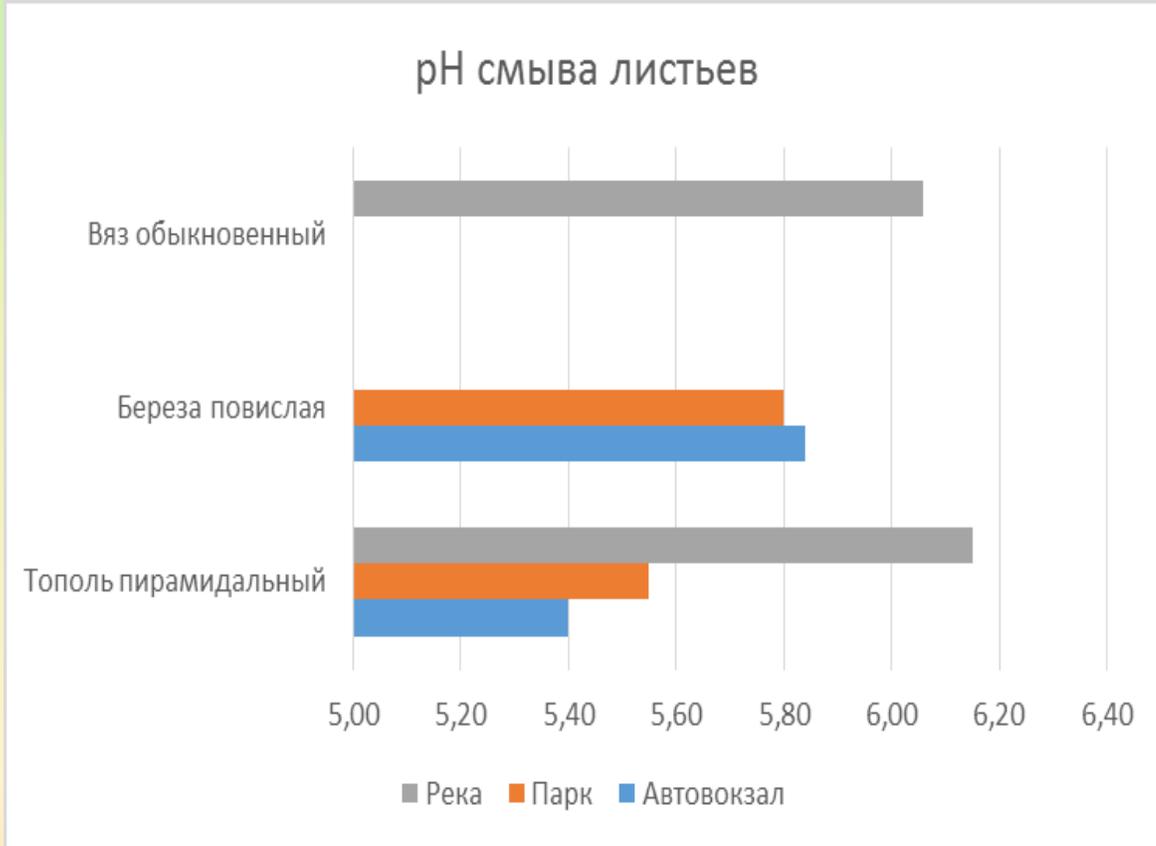
**Предмет исследования :** установление : рН смыва с листьев.

**Оборудование:** рН – метр АНИОН 4 100, смывы листьев. Для приготовления растворов смыва листьев использовалась дистиллированная вода, колбы на 500мл, листья указанных растений. Листья помещала в колбу, заливала дистиллированной водой, оставляла на 3 суток, после чего проводила анализ.



**рН – метр  
АНИОН 4 100**

# Результаты измерений



**Результаты первого измерения**

**Результаты второго измерения**

# Анализ результатов определения pH

- Наиболее близкий к нейтральному значению водородный показатель среды у смывов листьев с точки №3. Это говорит о том, что в воздухе прибрежной зоны меньше содержание вредных веществ.
- Наименьший показатель pH в точке №2, что указывает на более высокую степень загрязненности по сравнению с другими точками.
- В смывах листьев тополя пирамидального pH системно увеличивается от автовокзала к прибрежной территории, т.е. здесь выявляется закономерность. Полученные данные указывают, что листья тополя являются лучшим биологическим фильтром, а это, в свою очередь, подчеркивает достоверность информации полученной в предыдущих исследованиях.

# Определение химического состава смыва листьев

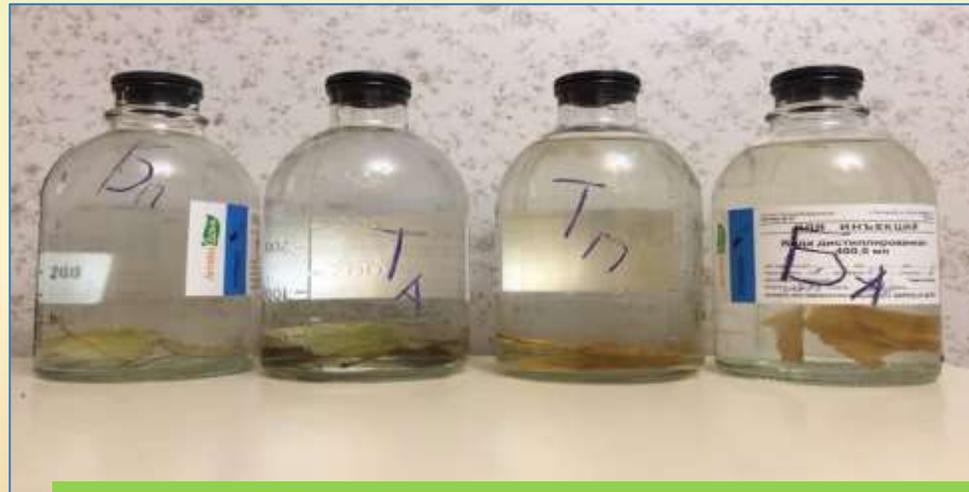
- **Объект исследования:** смыв листьев деревьев: березы повислой с точек №1,2; тополя пирамидального с точек №1,2
- **Предмет исследования:** определение наличия и концентрации катионов тяжелых металлов ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) в указанных растворах смывов листьев.
- **Оборудование для исследования:** полярограф АВС 1.1., растворы, приготовленные в части 2.

Смывы листьев использовались для определения концентрации катионов тяжелых металлов ( $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ) с целью выявления растворов, наиболее и наименее насыщенных ими.

# Приборы и оборудование



полярограф ABC 1.1.



Растворы, использовавшиеся для анализа.



# Результаты измерений по каждому раствору

Исследуемые показатели \ Раствор	Тп	Та	Бп	Ба
Железо общ., мг/дм <sup>3</sup>	0,24±0,07	0,4±0,12	0,28±0,08	0,47±0,14
Медь (II), мг/дм <sup>3</sup>	0,009±0,002	0,012±0,003	0,005±0,001	0,014±0,003
Никель (II), мг/дм <sup>3</sup>	<0,008(отс.)	<0,008(отс.)	<0,008(отс.)	<0,008(отс.)
Цинк, мг/дм <sup>3</sup>	0,012±0,004	0,016±0,005	0,017±0,005	0,019±0,006

# Анализ результатов определения катионов тяжелых металлов в смывах

- ✓ Ионы  $\text{Ni}^{2+}$   $< 0,008$ , почти отсутствуют во всех приведенных растворах.
- ✓ Катионы  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  в наибольших концентрациях находятся в пробах с территории автовокзала;
- ✓ Катионы  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  в наименьших концентрациях находятся в пробах с территории парковой зоны.
- ✓ Растения на территории автовокзала находятся в *более неблагоприятных условиях*, что можно установить по *более высоким значениям концентрациям ионов тяжелых металлов* в их смывах.

# Заключение

1. На практике была предпринята попытка использования листьев деревьев в *качестве биоиндикаторов* окружающей среды.
2. Найдены и изучены теоретические источники информации по теме исследования, опубликованные в списке литературы.
3. Анализ содержания экологических статей, отчетов, методик позволил выработать свой путь исследования, наметить план работы и его осуществить.
4. После выбора территориальных участков, для исследования были собраны листья деревьев, с которыми провела морфометрические измерения и обработала полученные данные на предмет определения флуктуирующей асимметрии.

# Заключение

5. В смывах листьев был определен водородный показатель с помощью рН – метра АНИОН 4 100 на базе лаборатории завода АОМЗ и проведен анализ результатов.



6. Используя полярограф АВС1.1 лаборатории завода АОМЗ, предназначенный для вольт-амперометрического анализа содержания тяжелых металлов, проведен химический анализ смывов листьев, определено содержание катионов тяжелых металлов; результаты соотнесены с предыдущими.

# Выводы по проекту

- ❖ Согласно проведенным исследованиям по определению флуктуирующей асимметрии листьев в зависимости от условий среды удалось определить, что коэффициент стабильности во всех трех точках (№1, №2, №3) не выходит за пределы условной нормы 0,040, указанной в методике Захарова В.М.
- ❖ Наиболее благоприятными для жизнедеятельности растений являются условия прибрежной зоны, согласно данным *общей диаграммы* по морфометрическим измерениям листьев.
- ❖ Для тополя пирамидального коэффициент стабильности закономерно уменьшается от автовокзала (точка №2) к прибрежной территории (точка №3), что подчеркивает *менее благоприятный фон* в районе автовокзала, связанный с повышенной антропогенной нагрузкой.

# Выводы по проекту

- ❖  $pH$  в смывах увеличивается от автовокзала к прибрежной территории; наиболее закономерно это происходит для тополя пирамидального, переходя от более кислой среды в районе автовокзала к более нейтральной в прибрежной зоне. Это подтверждает результаты исследования (в части 1) о большей степени благоприятности среды у растений прибрежной территории.
- ❖ Коэффициент стабильности, определенный по тополю пирамидальному, выше, чем по всем остальным деревьям.
- ❖ Катионы  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  в наибольших концентрациях находятся в смывах с листьев, взятых на территории автовокзала, по сравнению с прибрежной зоной.

# Выводы по проекту

- ❖ В южных регионах тополь широко распространен и вносит значительный вклад в очистку атмосферного воздуха. Поэтому «модная» замена тополей внешне эффектными деревьями вряд ли сможет в должной мере осуществить главную задачу озеленения - очистку воздуха, его увлажнение.
- ❖ Используя мужские деревья тополя, в отличие от женских, производящих большое количество тополиного пуха, можно добиться улучшения состояния окружающей среды, не нанося усиления аллергических заболеваний у населения.
- ❖ Исходя из выше изложенного можно считать, что в ходе проведенной работы выдвинутая гипотеза доказана.
- ❖ Листья растений могут быть использованы в качестве биоиндикаторов, определяющих характер состояния окружающей среды. Отрадно, что на всех точках исследования наблюдается благополучное состояние среды, а это важно для комфортного проживания жителей города.

# Выводы по проекту

- ❖ Работая по теме проекта, я поняла значимость использования методов биоиндикации для оценки реального состояния окружающей среды.
- ❖ Развитие проекта связано с проведением дальнейших исследований с образцами листьев, собранных весной, летом, осенью для оценки степени флуктуирующей асимметрии листьев в зависимости от периода функционирования вегетативных органов растения, находящихся в разных зонах с отличающейся степенью антропогенной нагрузки. Кроме того, может иметь место использование листьев сирени, как распространенного кустарника в нашей зоне, а также коры деревьев для проведения исследований в плане оценки состояния окружающей среды.

# Список использованных источников

- 1) «Об итогах работы министерства природных ресурсов и экологии Ростовской области за 5 лет, итогах реализации национального проекта «Экология» за 2019 год, задачах на 2020 год и до 2024 года». <https://www.donland.ru/report-speech/139/>
- 2) Государственная программа РО «Охрана окружающей среды и рациональное природопользование» <https://www.donland.ru/activity/1459/>
- 3) Государственный доклад. Экологический вестник Дона "О состоянии окружающей среды и природных ресурсов Ростовской области" <https://минприродыро.рф/projects/19/>
- 4) Новости Ростова – на- Дону <https://rostov.rbc.ru/>  
<https://rostov.rbc.ru/rostov/freenews/5f5778a69a7947dd74cbaf92>
- 5) Экологические бюллетени муниципального образования города Азова. [gorodazov.ru](http://gorodazov.ru)

# Список использованных источников

6) Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: методика оценки. Оценка состояния природных популяций по стабильности развития: методическое руководство для заповедников <http://www.ecopolicy.ru/upload/File/7-1.pdf>

7) Р.О. Собчак, Т.Г. Афанасьева, М.А. Копылов. Оценка экологического состояния рекреационных зон методом флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* Roth. М. : Центр экологической политики России, 2000. 318 с. <http://journals.tsu.ru/uploads/import/881/files/368-195.pdf>

8) Биоаккумуляция и физиологические реакции растений на техногенное загрязнение среды ртутью. 2011. И. Г. захожий, к.б.н., н.с., И. в. Далькэ, к.б.н., н.с., А. Н. Низовцев, вед.инженер, Т. К. Головки, д.б.н., зав. лабораторией, Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, e-mail: [zakhozhiy@ib.komisc.ru](mailto:zakhozhiy@ib.komisc.ru) <file:///C:/Users/Admin/Downloads/11206.pdf>

9) Интенсивность перекисного окисления липидов и активность каталазы в листьях древесных растений, произрастающих в условиях промышленного загрязнения. Е. А. Самусик<sup>1</sup>, С. Е. Головатый<sup>1</sup>, Т. П. Марчик<sup>2</sup> E. Samusik<sup>1</sup>, S. Golovaty<sup>1</sup>, T. Marchik<sup>2</sup>

<file:///C:/Users/Admin/Downloads/проекты%20каталаза.pdf>