

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя  
общеобразовательная школа № 33 имени кавалера ордена «За личное мужество»  
С. А. Вотрина городского округа Сызрань Самарской области

**Тема проекта: Экологический мониторинг атмосферного воздуха  
районов города Сызрани путем биотестирования**

Ф.И.О. Куницына Валерия  
Николаевна  
Класс: 11

Руководитель:  
Ф.И.О. Романенко Светлана  
Вячеславовна,  
учитель высшей квалификационной  
категории

Сызрань 2025 год

## Содержание

Введение.....	3
1. Материалы и методы.....	5
1.1. Обзор исследуемых районов города Сызрань.....	5
1.2 Биоиндикация загрязнения окружающей среды .....	6
1.3. Объекты исследования.....	7
1.4. Методы исследования.....	8
2. Результаты исследований.....	10
3. Обсуждение результатов .....	12
Заключение.....	12
Выводы .....	13
Список литературы.....	14

## Введение

Сегодня город стал доминирующей формой поселения. Причиной тому стала индустриализация и связанная с ней урбанизация населения. Число городов-миллионеров быстро растет. Однако остро встала проблема экологического состояния городов, так как резкое увеличение антропогенного давления на природу, привело к нарушению экологического равновесия и вызвало деградацию не только среды обитания, но и здоровья людей. **Актуальность проблемы** обусловлена следующими современными реалиями. Одной из главных экологических проблем является проблема загрязнения атмосферного воздуха. Ежегодно предприятиями области в атмосферу от стационарных источников выбрасывается 320,7 тыс. т вредных веществ. Атмосфера наиболее загрязнена в городах Самаре, Тольятти, Сызрани, Новокуйбышевске, Чапаевске, Отрадном такими вредными веществами, как фтористый водород, формальдегид, диоксид азота и аммиака, фенол, пыль. [4]

**Гипотеза:** если воздух района города загрязнен, то это отразится на состоянии листьев березы повислой и сосны обыкновенной.

**Объект исследования:** атмосферный воздух в разных районах города.

**Предмет исследования:** влияние загрязненного воздуха на состояние листьев березы повислой и сосны обыкновенной.

**Цель:** определение степени загрязнения атмосферного воздуха районов города путем биотестирования.

### **Задачи:**

1. изучить географические особенности исследуемых районов.
2. оценить загрязнение воздушной среды в исследуемых районах с помощью биотестирования (березы повислой и сосны обыкновенной).

3. предположить причины сложившейся экологической ситуации в исследуемых районах города.

**Методы:** анализ литературных источников, эксперимент, измерение, сравнение.

**Теоретическая и практическая значимость:** основные положения работы могут стать базовыми для дальнейших исследований в данном направлении, а также использованы на уроках биологии при изучении раздела «Экология». Работа размещена на школьном сайте <https://school33szzr.ru/proektnaya-deyatelnost-2/>

# 1.Материалы и методы

## 1.1. Обзор исследуемых районов города Сызрань

Сызрань — город в Самарской области Российской Федерации. С точки зрения экологической обстановки город нельзя назвать благополучным. Сызрань стабильно занимает высокое положение в рейтинге самых загрязненных населенных пунктов нашей страны. Основными крупными предприятиями, которые способствуют загрязнению атмосферного воздуха, являются ОАО «Сызранский нефтеперерабатывающий завод», ОАО «Тяжмаш» и «Сызранская ТЭЦ».

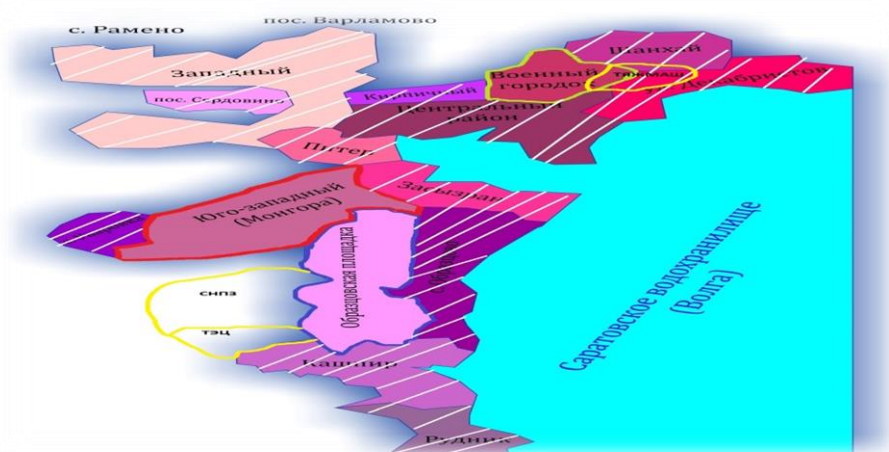


Рис 1.1.1 Исследуемые районы города Сызрань (не заштрихованы).

Юго-западный (Монгора)- один из самых молодых районов города. В шаговой доступности находится много магазинов. Также рядом располагается детская и взрослая поликлиники, скорая помощь, банки и почты. Однако Юго-Западный район города с многоэтажной жилой застройкой находится в зоне влияния ОАО «Сызранский НПЗ», «ТЭЦ» магистрали с интенсивным потоком автотранспорта. Район находится рядом с памятником природы регионального значения «Урочище Монастырская гора», севернее которого протекает река Сызранка.

Образцовская площадка — жилой район на юге городе, как и Монгора, стоит на возвышенности, во второй половине 20-ого века активно застраивался. Рядом находится городская больница, «ТЭЦ», Сызранский нефтеперерабатывающий завод и железная дорога, а восточнее района, протекает Волга.

Военный городок - район на северо-востоке города. Вероятнее всего получил свое название от близости к военному учебно-научному центру ВВС и многочисленным военнослужащим, проживающим здесь; преобладают многоэтажные здания. Район находится на достаточном удалении от «ТЭЦ» и «СНПЗ», но соседство с ОАО «Тяжмаш» и федеральной трассой М5, а также ж/д путями, не лучшее с экологической стороны.

## **1.2 Биоиндикация загрязнения окружающей среды**

Сегодня все более актуальным становится вопрос изучения состояния окружающей среды в городе, для чего используется достаточно эффективный и недорогой способ – биоиндикация. [1] Биоиндикация- комплекс специфических реакций живого организма – биоиндикатора на воздействие определенного вещества, причем эти реакции можно регистрировать и по ним давать оценку присутствия загрязнителя и его концентрации. Условия, определяемые с помощью биоиндикаторов, называются объектами биоиндикации[3].

Методы биоиндикации по состоянию листьев деревьев широко используются для оценки состояния воздушной среды в различных регионах России, что отражено в статьях и работах ученых. [2,5]

### 1.3. Объекты исследования

◀ Береза повислая (*Betula pendula* Roth.) – листопадное дерево семейства березовых, с гладкой, белой, легко расслаивающейся корой, распространена почти по всей Европе. Из видов берёз имеет наибольший ареал. По мере накопления токсических веществ листья березы претерпевают изменения выраженных в асимметрии морфологической структуры и уменьшении листовой пластины. [2]

◀ Сосна обыкновенная (лат. *Pinus sylvestris*) — растение, широко распространённый вид рода Сосна семейства Сосновые. Сосна обыкновенная растет на территории Европы и Азии. У сосны обыкновенной прямой ствол с толстой серо-коричневой корой, изрезанной глубокими трещинами. Верхняя часть ствола и ветви покрыты тонкой шелушащейся корой оранжево-красного цвета. Повышенная чувствительность хвойных связана с длительным сроком жизни хвои и поглощением газов. При частых или постоянных воздействиях в тканях хвойных растений постепенно накапливаются токсичные соединения, что приводит к появлению пятен (черных и желтых) и даже к отмиранию хвои. В загрязненной атмосфере существенно снижается продолжительность жизни хвои сосны [5].

#### 1.4. Методы исследования

- **Лабораторная работа №1. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки берёзы повислой [2].**

Последствия в нарушении стабильности развития березы повислой, или бородавчатой были выявлены в ответ на самые различные антропогенные воздействия и для оценки степени нарушения стабильности развития разработана пятибалльная шкала. Диапазон значений интегрального показателя стабильности развития до 0,040 соответствует первому баллу (условная норма), от 0,040 до 0,044 – второму баллу, от 0,045 до 0,049 – третьему баллу, от 0,050 до 0,054 – четвертому баллу, от 0,054 и выше – пятому баллу (критическое состояние) . [5]

Сбор листьев проводился 27-го сентября 2024 года около школы №33 Юго-Западного района и на улицах Образцовской площадки и Военного городка. Было собрано по 10 взрослых листьев. Путем несложных вычислений по методу, изложенному в работах В.М Захарова, мы высчитали среднюю величину асимметрии березовых листьев.



Рис 1.4.1. Измерение жилок листа березы.

- **Лабораторная работа №2. Определение загрязненности атмосферного воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной . [6]**

30 сентября 2024 года мы собрали по 80 хвоинок с конкретной сосны обыкновенной в каждом из исследуемых районов, и пользуясь методом, изложенном в работе Василия Трофимовича Ярмишко, визуально, мы разделили



собранные образцы на три группы, свидетельствующие о загрязненности территорий:

1. Неповрежденные, зеленые хвоинки — Атмосферный воздух не имеет серьезных превышений загрязняющих веществ, чистая территория
2. Хвоинки с пятнами (наличие желтых пятен) — Атмосферный воздух имеет отклонения от нормы по содержанию загрязняющих веществ, территория частично загрязнена
3. Хвоинки с частичным усыханием и «некрозом» (черные пятна) - Атмосферный воздух имеет серьезные отклонения от нормы по содержанию загрязняющих веществ, территория сильно загрязнена, проживание опасно для здоровья.



Рис 1.4.2. Анализ хвои, собранной в Юго-Западном районе.

## 2. Результаты исследований

Лабораторная работа №1. Флуктуирующая асимметрия листовой пластинки берёзы повислой. Принцип метода основан на выявлении нарушений симметрии развития листовой пластины, которые адекватно отражают уровень техногенного воздействия на растительность. Из анализа 10 листьев мы высчитали среднюю величину асимметрии.

Табл. 2.1. Ассиметрия листьев березы

Исследуемый район	Средняя величина асимметрии	Оценка
Юго-Западный район	0,051	4 балла- серьезные отклонения от нормы, свидетельствующие об существенном загрязнении
Образцовская площадка	0,047	3 балла- незначительное отклонение от нормы, наличие загрязнения
Военный городок	0,046	3 балла- незначительное отклонение от нормы, наличие загрязнения

Из исследования флуктуирующей асимметрии листьев березы повислой можно сделать вывод, что самым загрязненным районом из исследуемых является Юго-Западный, как мы уже писали, скорее всего это связано с переносом вредных веществ южным ветром, открытостью пространства и интенсивным транспортным движением. В районах Образцовской площадки и Военного городка присутствует определенное загрязнение, связанное с пролегание железнодорожных путей и близости федеральной автотрассы к Военному городку

Лабораторная работа №2. Определение загрязненности атмосферного воздуха по состоянию хвои сосны обыкновенной.

Определение загрязнения воздуха по хвое сосны, для исследования, в ходе которого мы пользовались материалом изложенным в работах В.Т Ярмишко, 30 сентября 2024 года было отобрано по 80 хвоинок с определенной сосны в каждом из исследуемых районов города Сызрань.

Табл. 2.2. Состояние хвои сосны обыкновенной

Исследуемый район	Процент (%) неповрежденных хвоинок	Процент (%) хвоинок с пятнами	Процент (%) хвоинок с частичным усыханием и «некрозом»
Юго-западный	37	38	25
Образцовская площадка	49	39	12
Военный городок	53	36	11

Исследование загрязненности воздуха по хвое сосны подтверждает предыдущее исследование асимметрии листьев березы и можно сделать вывод, что самой опасной территорией для проживания является не «Образцовская площадка», где находится СНПЗ и ТЭЦ, а спальный Юго-Западный район, вследствие особенностей географического положения, например: из-за близости к Образцовской площадки Волги ветер сдувает вредные вещества. Также можно заключить, что районы Образцовская площадка и Военный городок всё-таки не совсем экологически чистые, так как содержится некоторое количество вредных примесей в атмосферном воздухе, скорее всего из-за авто- и железнодорожного транспорта

### 3. Обсуждение результатов

**В ходе нашего исследования мы подтвердили свою гипотезу полностью, выявив зависимость влияния состояния атмосферного воздуха на состояние листьев березы повислой и сосны обыкновенной. Мы выяснили, что загрязнение более всего выражено не на Образцовской площадке, рядом с которой находятся и СНПЗ и ТЭЦ, а в Юго-Западном районе («Монгоре»), удаленном на несколько километров от этих предприятий. Открытость пространства и преобладание южных ветров с Казахстана являются главными причинами. Но стоит отметить и интенсивное движение на «Монгоре», так как в районе расположено множество различных торговых центров и магазинов. Сдуванию атмосферных загрязнений с района «Образцовская площадка» способствует не только близость Волги, но и вытянутость района по отношению к югу. Районы Образцовская площадка и Военный городок не являются «абсолютно чистыми», незначительные загрязнения преобладают в этих районах (рядом пролегают ж/д пути). Деятельность предприятия «ТЯЖМАШ» отрицательно сказывается на состоянии воздуха в Военном городке, близость автострады.**

## **Заключение**

Мы достигли цели своего исследования, определив степень загрязнения атмосферного воздуха районов города путем биотестирования. Во всех районах города обнаружены следы загрязнения атмосферного воздуха, но наибольшая степень загрязнения выявлена в Юго-Западном районе города.

## **Выводы**

- Изучив географическое положение и особенности районов, выявили близость источников загрязнения во всех районах города (ТЭЦ, СНПЗ, ТЯЖМАШ, ж/д пути, автомагистрали);
- Оценив степень загрязнения атмосферного воздуха, выявили существенное загрязнение в Юго-Западном районе. Там средняя величина асимметрии листьев березы соответствует 4 баллам, тогда как в других районах 3 баллам. 25 % хвоинок с частичным усыханием и «некрозом» встречается у сосен тоже в Юго-Западном районе. Наиболее экологически благополучным оказался район Военного городка (3 балла – оценка асимметрии листьев березы, 11% хвоинок с частичным усыханием и «некрозом»).
- Большинство источников загрязнений расположены на Образцовой площадке, но там выявлена небольшая степень загрязнения (3 балла – оценка асимметрии листьев березы, 12% хвоинок с частичным усыханием и «некрозом») по сравнению с Юго-Западным районом города. Основными причинами этого предположили открытость пространств, ветра, сдувающие атмосферные загрязнители.

## Список литературы

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Под ред. Р. Шуберта. — М.: Мир, 1988. — 350 с.
2. Ерещенко О.В., Хлебова Л.П. Изменение морфометрических параметров листовой пластинки березы повислой *Betula pendula* Roth. В условиях Барнаула // Известия Алтайского государственного университета. 2013. Т. 2. №.3 (79). С. 26-30.
3. Кавеленова Л.М., Кведер Л.В. Методы контроля за состоянием окружающей среды: учебное пособие/ Кавеленова Л.М., Кведер Л.В - Самара: Издательство «Самарский университет», 2006 – 100с.
4. Мистрюкова К.А. Экология Самарской области, воздействие негативных факторов на население // Вестник науки. 2024. Т. 2. № 6 (75). С. 2151-2157.
5. Соболева С.В., Есякова О.А., Воронин В.М. Оценка аэрогенного загрязнения с использованием сосны обыкновенной (*Pinussilvestris* L.) и ели сибирской (*Piceaobovata*) // Хвойные бореальной зоны. 2020. Т. 38. № 3-4. С. 115-122.
6. Ярмишко В.Т., Лянгузова И.В. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИхимии СПбГУ, 2002. 240 с.

