

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Алтайский государственный гуманитарно-педагогический университет
имени В.М. Шукшина»
(АГГПУ им. В.М. Шукшина)

Естественно-географический факультет
Кафедра естественнонаучных дисциплин, безопасность жизнедеятельности и туризма.

Оценка качества атмосферного воздуха с помощью биологических индикаторов

Выпускная квалификационная работа

Допустить к защите

Зав. кафедрой естественнонаучных
дисциплин, безопасности
жизнедеятельности и туризма
« ____ » _____ 20__ г

В.М. Важов
Ф.И.О

_____ *подпись*

Выполнила студентка

Г-ЗБЭ 121 _____ группы

Комарницкой

_____ *фамилия*

Елены Антоновны

_____ *имя, отчество*

_____ *подпись*

Научный руководитель

к.б. н., доцент

_____ *Ученая степень, учёное звание*

Волковский Е.В

_____ *Фамилии И.О*

_____ *подпись*

Оценка

« ____ » _____ 20__ г.

_____ *Подпись председателя ГЭК*

Бийск – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Биологические индикаторы: сущность, принципы использования, область применения.....	5
1.1 Сущность биологических индикаторов.....	5
1.2 Общие принципы использования биоиндикаторов.....	6
1.3 Особенности использования растений и животных в качестве Биоиндикаторов.....	9
1.4 Область применения биологических индикаторов.....	13
Глава 2. Характеристика г. Бийска и районов исследования.....	18
2.1 Физико-географическая характеристика г. Бийска.....	18
2.1.1 Географическое положение г. Бийска.....	18
2.1.2 Рельеф.....	18
2.1.3 Климатические условия.....	19
2.1.4 Экологическое состояние городской среды.....	21
2.2 Характеристика районов исследования.....	24
Глава 3. Результаты оценки качества атмосферного воздуха с помощью биологических индикаторов.....	26
3.1 Методика оценки качества атмосферного воздуха методами изучения флуктуирующей асимметрии при помощи биоиндикаторов.....	26
3.2 Оценка качества воздуха района «Городской сад».....	29
3.3 Оценка качества воздуха района «парк Победы».....	35
Заключение.....	45
Список использованной литературы.....	49
Приложение.....	54

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время весьма актуальными являются наблюдения за изменениями состояния окружающей среды, вызванными антропогенными причинами. Система этих наблюдений и прогнозов составляет суть экологического мониторинга. В этих целях все чаще используется и применяется достаточно эффективный и недорогой способ мониторинга среды - биоиндикация, т.е. использование различных живых организмов для оценки состояния окружающей среды.

Последствия загрязнения окружающей среды отражены на внешнем виде растений. Растения подверженные влиянию вредных веществ подвергаются изменениям, таким как увеличение числа устьиц, толщины кутикулы, густоты опушения, хлороз и некроз листьев, раннее опадание листы. Некоторые растения наиболее чутко реагируют на характер и степень загрязнения атмосферного воздуха, что говорит о том, что они могут быть живыми индикаторами состояния среды.

В настоящее время разработана концепция комплексного экологического мониторинга природной среды, составной частью которого является биологический мониторинг. Индикаторные растения применяются как для выявления отдельных загрязнителей воздуха, так и для проведения оценки качественного состояния окружающей среды. При обнаружении по состоянию растений присутствия в воздухе специфических загрязнителей, начинают измерение количества этих веществ разными методами, к примеру, испытанием растений в лабораторных условиях.

Однако, биоиндикаторы предоставляя точные оценки загрязнения, не всегда могут быть учтены при учете параметров, характеризующих состояние среды. Биоиндикацию применяют при контроле загрязнения воды, воздуха, почвы, в сельском и лесном хозяйстве, для определения и изучения состояния водоочистных полей и прочих береговых территорий.

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что живые индикаторы реагируют даже на слабые, незначительные воздействия загрязняющих веществ, суммируют влияние всех биологически важных воздействий и способны отразить состояние окружающей среды в целом.

В роли биоиндикатора, для оценки качества атмосферного воздуха города Бийска был выбран метод флуктуирующей асимметрии на примере листьев березы повислой.

Объектом выпускной квалификационной работы является биоиндикационные и экологические особенности листьев березы повислой.

Предмет – влияние качества атмосферного воздуха на биологические индикаторы.

Цель – провести оценку экологического состояния атмосферного воздуха города Бийска при помощи биологических индикаторов.

Исходя из выше поставленной цели были определены следующие **задачи** исследования:

- 1) рассмотреть сущность, области и принципы использования биологических индикаторов;
- 2) дать характеристику г. Бийска и его экологического состояния;
- 3) дать характеристику исследуемым районам г. Бийска;
- 4) провести оценку атмосферного воздуха исследуемых районов г. Бийска методом флуктуирующей асимметрии при помощи биологических индикаторов.
- 5) На основании проведенных исследований создать рекомендации по снижению степени загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Бийска.

При написании дипломной работы были использованы следующие **методы** исследования:

- а) описательно-аналитический;
- б) сравнительно-сопоставительный;
- в) статистический.

Теоретическая значимость дипломной работы состоит в том, что знание основных методов оценки атмосферного воздуха позволит быстро и достоверно определить степень влияния загрязнений на растения определенного района.

Структура дипломной работы состоит из введения, трех глав, заключения, списка использованной литературы и приложения.

ГЛАВА 1. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ: СУЩНОСТЬ, ПРИНЦИПЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Сущность биологических индикаторов

Биологические индикаторы – это организмы, которые реагируют на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения [26, с. 78].

При проведении экологического мониторинга загрязнений применение биологических индикаторов чаще всего дает более ценную информацию, нежели прямая оценка загрязнения при помощи приборов. Это можно объяснить тем, что биологические индикаторы сразу реагируют на весь комплекс загрязнений. Биологические индикаторы обладают «памятью», благодаря чему при помощи своих реакций могут отражать загрязнения в течение длительного периода. При загрязнении атмосферы на листьях деревьев образуются отмирающие участки – некрозы. Определить уровень загрязнения атмосферы города можно по отсутствию неустойчивых к загрязнению видов и присутствию устойчивых видов, к примеру, лишайников. Важная роль при использовании биологических индикаторов отводится способности некоторых видов аккумулировать загрязняющие вещества. Чтобы выявить различные загрязняющие вещества применяют разнообразные виды биологических индикаторов. Так, для общего загрязнения используют мхи и лишайники; для загрязнения диоксидом серы применяют ель и люцерну; для загрязнения тяжелыми металлами применяют фасоль и сливу; для загрязнения сероводородом используется горох и шпинат; для загрязнения аммиаком – подсолнечник и т.д.

Также в качестве биондикаторов применяют и «живые приборы», т.е. растения-индикаторы, которые высажены на грядках, помещены в вегетационные сосуды или специальные коробочки. Такие живые приборы индикаторы устанавливаются в наиболее загрязненных районах города.

При помощи биологических индикаторов проводят оценку не только качества атмосферного воздуха, но и качество воды, засоленность почвы, изменение режима увлажнения, интенсивность выпаса и пр. В таких случаях в качестве биологических индикаторов применяют весь состав фитоценоза. Каждый вид растений имеет определенный предел распространения по каждому фактору среды, а значит, их совместное произрастание позволит довольно полно оценить экологические факторы [25, с. 31].

Возможность оценки среды при помощи растительности изучается специальным разделом ботаники – индикационная геоботаника. В качестве основного метода индикационная геоботаника применяет экологические шкалы (специальные таблицы), где для каждого вида растительности указаны пределы его распространения по факторам богатства почвы, увлажнения, выпаса, засоления и пр. Экологические шкалы в России составлялись Л. Г. Раменским.

Применение деревьев в качестве биологических индикаторов при изменении климата и уровней загрязнения окружающей среды получило огромное распространение. Для этого проводится учет толщины годичных колец. Например, если образовывались узкие кольца, это значило, что в этот год выпало мало осадков или в атмосфере была повышенная концентрация загрязняющих веществ. Таким образом, на спиле ствола деревьев можно увидеть динамику экологических условий [15, с. 65].

1.2. Общие принципы использования биоиндикаторов

Биоиндикаторы (от био и лат. *indico* – указываю, определяю) – это такие организмы, присутствие, количество или особенности развития которых являются показателями естественных процессов, условий или антропогенных изменений среды обитания. Индикаторную значимость таких организмов можно определить при помощи экологической толерантности биологической системы. Организмы способны поддерживать свой гомеостаз в пределах зоны толерантности. Если какой-либо фактор выйдет за пределы

«зоны комфорта», то это приведет к стрессу для данного организма. В таких случаях организм среагирует при помощи ответной реакции различных интенсивностей и длительности, которые зависят от вида и будут являться показателем его индикаторной ценности. Ответная реакция определяется методами биоиндикации. Реакция биологической системы происходит на воздействие среды в целом, а не только на некоторые факторы. Амплитуда колебаний физиологической толерантности модифицируется внутренним состоянием системы - возрастом, условиями питания, генетически контролируемой устойчивостью [2, с. 20].

Ученые разных стран при контроле состояния окружающей среды выделили следующие преимущества, которыми отличаются живые индикаторы:

а) при условии хронических антропогенных нагрузок живые индикаторы реагируют даже на очень слабые воздействия из-за кумулятивного эффекта; реакции проявляются при накоплении некоторых критических значений суммарных дозовых нагрузок;

б) живые индикаторы суммируют влияние всех без исключения биологически важных воздействий и способны отразить состояние окружающей среды в целом, в том числе и ее загрязнение, и прочие антропогенные изменения;

в) живые индикаторы исключают необходимость регистрации химических и физических параметров, которые характеризуют состояние окружающей среды;

г) способны фиксировать скорость происходящих изменений;

д) открывают тенденции развития природной среды;

е) указывают пути и места скоплений в экологических системах различного рода загрязнений и ядов, возможные пути их попадания в пищу человека;

ж) при помощи живых индикаторов можно судить о степени вредности любых синтезируемых человеком веществ для живой природы и для него

самого, при чем живые индикаторы предоставляют возможность контролировать их действие [1, с. 105].

Имеется две формы откликов живых индикаторов, которые применяют для биоиндикации:

- а) специфическая;
- б) неспецифическая.

При специфической форме отклика происходящие изменения связаны с действиями одного фактора. При неспецифической форме отклика разные антропогенные факторы вызывают одинаковые реакции.

Исходя из типов ответной реакции биоиндикаторы принято делить на:

- а) чувствительные;
- б) кумулятивные.

а) чувствительные биоиндикаторы – проявляют свою реакцию на стресс при помощи значительных отклонений от жизненных норм.

б) кумулятивные биоиндикаторы – способны накапливать антропогенное воздействие, превышающее нормальный уровень в природе, при этом без видимых изменений.

В качестве биоиндикаторов могут применяться представители всех «царств» живой природы. Организмы, которые повреждены вредителями, болезнями и паразитами являются не пригодными для проведения биоиндикации.

Идеальный биологический индикатор должен соответствовать следующим требованиям:

- а) являться типичным для данных условий;
- б) иметь высокую численность в исследуемом экотопе;
- в) обитать в данном месте в течение ряда лет, что даст возможность проследивать динамику загрязнения;
- г) находиться в условиях, которые будут удобны для отбора проб;
- д) дать возможность провести прямые анализы без предварительного концентрирования проб;

- е) иметь положительную корреляцию между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования;
- ж) применяться в естественных условиях его существования;
- з) обладать коротким периодом онтогенеза, что даст возможность отследить влияние фактора на следующие поколения [5, с.44].

Должна быть четко выражена ответная реакция биоиндикаторов на определенные химические воздействия, т.е. легко регистрироваться визуально или при помощи приборов.

Для проведения биоиндикации выбирать нужно чувствительные сообщества, которые характеризуются максимальной скоростью отклика и выраженными параметрами.

К методам биоиндикации, которые можно применить при исследовании экосистемы, относятся выявление в изучаемой зоне редких и исчезающих видов. Список таких организмов - это набор индикаторных видов, которые являются наиболее чувствительными к антропогенным воздействиям [7, с. 95].

1.3 Особенности использования растений и животных в качестве биоиндикаторов

При помощи растений проводят биоиндикацию всех природных сред.

Индикаторные растения применяют, когда необходимо провести оценку механического и кислотного состава почвы, увлажнения, плодородия, засоления; определить степень минерализации грунтовых вод, степень загрязнений атмосферного воздуха разными газообразными соединениями; выявить трофические свойства водоемов и степень их загрязнения поллютантами [18, с. 80].

При помощи чувствительных фитоиндикаторов можно определить присутствие загрязняющих веществ в воздухе ранними морфологическими реакциями:

- а) изменение окраски листьев – хлорозы; желтая, бронзовая или бурая окраска;
- б) различные по форме некрозы;
- в) преждевременное увядание;
- г) опадание листы.

Влияние загрязняющих веществ на многолетние растения проявляется в изменениях размера, форм, количества органов, направлении роста побегов, изменении плодовитости. Такие реакции, как правило неспецифичны.

Виноградов Б.В. провел классификацию индикаторных признаков растений и выделил физиологические, флористические, фитоценотические и морфологические [6, с. 72].

К флористическим признакам относят различие состава растительности изучаемых участков, которые сформировались из-за определенных экологических условий. Индикаторное значение имеет как присутствие, так и отсутствие вида.

Физиологические признаки – это особенность обмена веществ растений. Анатомо-морфологические признаки – это особенности внутреннего и внешнего строения, аномалии развития и новообразования. Фитоценотические признаки - это особенности структуры растительного покрова: обилие и рассеянность видов растений, ярусность, мозаичность, степень сомкнутости.

Довольно часто для проведения биоиндикации применяют разные аномалии развития и роста растений, т.е. те или иные отклонения от общих признаков. Такие аномалии систематизированы в следующие группы, которые связаны с:

- а) стимулированием или торможением нормального роста (гигантизм, карликовость);
- б) деформацией стеблей, корней, листьев, цветков, плодов, соцветий;
- в) возникновением новообразований (в т.ч. опухоли) [19, с. 49].

Для биоиндикации наибольший интерес представляю такие деформации растений, как:

- а) обратное развитие органов растений, вырождение (редукция);
- б) лентовидное уплощение и сращение стеблей, корней и цветоносов (фасциация);
- в) воронковидные, чашевидные и трубчатые листья у растений с пластинчатыми листьями (асцидия);
- г) нитчатая форма листовой пластинки (нитевидность);
- д) махровость цветков;
- е) превращение их в плоское листовидное образование (филлодий тычинок);
- ж) прорастание цветков и соцветий (пролификация).

Биомониторинг можно проводить, осуществляя наблюдения за отдельными растениями-индикаторами, популяциями определенного вида и состоянием фитоценоза в целом. На уровне вида обычно производят специфическую индикацию какого-то одного загрязнителя, а на уровне популяции или фитоценоза – общего состояния природной среды.

Также в качестве хороших индикаторов выступают животные, т.к. они обладают следующими особенностями:

- 1) животные являясь консументами находятся на разных трофических уровнях экосистем и через пищевые цепи проводят аккумуляцию загрязняющих веществ;
- 2) у животных активный обмен веществ, а это говорит о быстром проявлении воздействия негативных факторов среды на их организм;
- 3) животные обладают хорошо дифференцированными тканями и органами, которые имеют разную способность к накоплению токсических веществ и неоднозначный физиологический отклик, что в свою очередь позволит исследователю иметь широкий набор тестов на уровне тканей, органов и функций;

4) обладая сложными приспособлениями к условиям среды и четкие поведенческие реакции, животные являются наиболее чувствительными к антропогенным изменениям, что дает возможность непосредственно наблюдать и делать анализ быстрых откликов на оказываемое воздействие;

5) животные с коротким циклом развития и многочисленным потомством применяются при проведении ряда длительных наблюдений, что позволяет проследить воздействие фактора на последующие поколения; для долгоживущих животных можно использовать особо чувствительные тесты в соответствии с особо уязвимыми этапами онтогенеза [20, с. 7].

В качестве преимущества при использовании позвоночных животных как биоиндикаторов можно отметить их физиологическую близость к человеку.

В качестве недостатков можно отметить сложность их обнаружения в природе, поимки, определения видов, длительные морфо-анатомические наблюдения. А также дороговизна экспериментов с животными, т.к. требуется многократная повторяемость для получения статистически достоверных данных.

Применение позвоночных животных для оценки и прогнозирования состояния природной среды проводят на всех уровнях их организации.

При помощи сравнительного анализа на организменном уровне проводят оценку морфо-анатомических, поведенческих и физиолого-биохимических показателей.

Для сравнения материала, собранного разными исследователями в разных районах, набор видов-индикаторов должен быть един. В качестве основных критериев пригодности разных видов млекопитающих для биоиндикационных исследований можно отметить следующие:

а) они должны принадлежать к разным звеньям трофической цепи - насекомоядным, растительноядным, хищным млекопитающим;

б) оседлость или отсутствие больших миграций;

в) должны обладать широким ареалом распространения, т.е. этот критерий исключает использование в качестве тест-индикаторов эндемиков;

г) должны принадлежать к естественным сообществам: критерий исключает синантропные виды, питающиеся вблизи жилища человека и неадекватно характеризующие микроэлементный состав загрязнения данного региона;

д) численность вида должна обеспечить достаточный материал для анализа;

е) простота и доступность методов добывания видов [11, с. 211].

Вместе с тем под данные показатели попадают следующие виды живых организмов относящихся к классу Млекопитающие: бурозубка обыкновенная (*Sorex araneus*); крот европейский (*Talpa europaea*); крот алтайский (*Talpa altaica*); медведь бурый (*Ursus arctos*); лось (*Alces alces*); полевка рыжая (*Clethrionomys glareolus*); полевка красная (*Clethrionomys rubilus*) [22, с. 50].

1.4 Область применения биологических индикаторов

Методы биологической индикации направлены на тестовое определение качественного состояния окружающей среды посредством анализа изменений живых организмов. Так например основными источниками информации о загрязнении среды могут служить клетки, организмы, популяции, сообщества в целом. Вместе с тем по живым организмам можно определить влияние как абиотических факторов (температура, рН среды, влажность и т.д.) и биологических показателей (благополучие таксонов, популяций, групп организмов или их сообществ) [2, с. 74].

Методы биологической индикации в настоящее время являются актуальными поскольку во-первых не требуют значительных материальных вложений, во-вторых достаточно адекватно способны оценивать состояние окружающей среды, в-третьих могут быть использованы в качестве экспресс-анализа. Так например, при засолении почвенной среды урбанизированных

территорий в качестве биологического индикатора может быть использована Липа сибирская (*Tilia sibirica*). Основной реакцией липы на засоление почв является пожелтение листовой пластины в независимости от временного промежутка вегетационного периода т.е. еще до наступления осеннего периода. Таким образом для определения засоленности почвы достаточно визуального осмотра листовых пластин липы с учетом временного промежутка вегетационного периода. Кроме того липа прямопропорционально реагирует и на степень засоления почвы т.е. чем сильнее засоление почвы тем ярче выражена желтизна листовых пластин дерева.

Биологическими индикаторами могут выступать как отдельные клетки организма так и экосистема или биосфера в целом. Выбор того или иного биоиндикаторного организма обусловлен в первую очередь целями проведения исследования, а именно его масштабами. Так например если целью исследования является анализ экологическое состояние локальной территории то возможно определение степени загрязнения по физиологическому и/или анатомическому состоянию клеток организма или морфологическому состоянию группы организмов. В тоже время если в цели исследования входят крупные территории (административные субъекты – край, область и т.п.) целесообразно использовать в соответствии с методикой использования биоиндикаторов группы организмов в разных точках объекта исследования с обязательной концентрацией точек исследований в местах интенсивного загрязнения (в окрестностях заводов, фабрик, автотранспортных магистралей) [28, с. 15].

Важным показателем при проведении биологической индикации является скорость ответа организма на загрязнение среды и его надежность (ошибка <20%); простоту; мониторинговые возможности (постоянно присутствующий в природе объект).

Выделяют два типа биоиндикаторов:

- 1) быстро реагирующие на загрязнение (чувствительный).

Особенностью данного типа биологических индикаторов является короткий промежуток времени реакции на загрязняющие вещества появившиеся в окружающей среде. При длительном исследовании преимуществом данных индикаторов является возможность определения движения загрязняющих веществ и скорость их распространения. Такими индикаторами могут быть и животные (реакция – отклонение в поведении), также у животных и растений могут происходить физиологические изменения на клеточном уровне.

2) медленно реагирующие на загрязнение (аккумулятивный).

Данный тип биологической индикации как правило относится к крупным формациям растительности (например, лесной массив, степи, лесостепи и т.п.). Такие индикаторы обладают отложенной реакцией на загрязнитель или негативное воздействие как правило такое воздействие обусловлено хозяйственной деятельностью человека. Так например лесной массив на начальном этапе загрязнения не проявляет реакции, вместе с тем как и любые биологические объекты лес накапливает загрязняющие вещества и при достижении определенной их концентрации (негативная реакция индикатора обусловлена концентрацией загрязняющих веществ – для каждого вещества в отдельности концентрация своя, при этом комплекс загрязняющих веществ как правило обладает меньшей концентрацией чем отдельное вещество) наступает реакция индикатора. При этом у аккумулятивных индикаторов реакция проявляется интенсивно и как правило снизить ее или тем более нейтрализовать в короткие сроки практически невозможно [13, с. 357].

В качестве биоиндикаторов для оценки воздуха в лабораторных опытах применяют тест организмы:

- а) одноклеточные зеленые водоросли (хлорелла, требоуксия из лишайников и пр.);
- б) простейшие: инфузория-туфелька;
- в) членистоногие: рачки дафния и артемия;

г) мхи: мниум;

д) цветковые: злак плевел, кресс-салат [10, с. 66].

К тест-организмам предъявляют одно важное требование – способность получения культур из генетически однородных организмов. В таком случае отличия между опытом и контролем с большей вероятностью могут быть отнесены на счет нарушающего фактора, а не индивидуальных различий между исследуемыми особями.

Биоиндикация может осуществляться на всех уровнях организации живого: биологических макромолекул, клеток, тканей и органов, организмов, популяций (пространственная группировка особей одного вида), сообществ, экосистем и биосферы в целом. Признание этого факта – заслуга современной теории биоиндикации.

Как уже было сказано выше, плюсы биоиндикации на организменном уровне - это небольшие затраты труда и относительная дешевизна, поскольку не требуются специальные лаборатории и высококвалифицированный персонал.

Рассмотрим основные морфологические изменения растений, применяемые в биоиндикации:

1) изменение цвета окраски листьев (неспецифическая, реже специфическая, реакция на различные поллютанты):

а) хлороз - бледная окраска листьев между жилками. Отмечается при избытке в почве тяжелых металлов и при значительном газодымовом загрязнении воздуха;

б) пожелтение участков листьев. Характерно для лиственных деревьев при засолении почвы различными хлоридами;

в) покраснение листа, связанное с накоплением антоциана. Возникает под действием сернистого газа.

г) побурение или побронзовение. Говорит о начальной стадии некротических повреждений.

д) листья как бы пропитаны водой (как при морозных повреждениях). Возникает под действием ряда различных окислителей (пероксиацетилнитрата).

е) серебристая окраска листьев. Возникает под действием озона на листьях табака.

2) некрозы – отмирание участков ткани листа, их форма иногда специфична.

а) точечные и пятнистые. Серебристые пятна на листьях табака сорта Bel W3 возникают под действием озона.

б) межжилковые – некроз тканей между боковыми жилками 1 порядка. Отмечается при воздействии сернистого газа.

в) краевые. На листьях липы под влиянием солей (хлорида натрия), которой зимой посыпают городские улицы для ускорения таяния льда.

г) «рыбий скелет» – сочетание межжилковых и краевых некрозов.

д) верхушечные некрозы. У однодольных покрытосеменных и хвойных растений. Например, хвоинки пихты и сосны после воздействия на них сернистого газа становятся на вершине бурыми, верхушки листьев гладиолусов после окулирования фтористым водородом становятся белыми.

3) преждевременное увядание растений. Под действием этилена в теплицах не раскрываются цветки у гвоздики, увядают лепестки орхидей. Сернистый газ вызывает обратимое увядание листьев малины.

4) дефолиация - опадание листвы. Часто наблюдается после некрозов и хлорозов. К примеру, осыпание хвои у ели и сосны при сильном газодымовом загрязнении воздуха, листьев лип и конских каштанов - от соли для таяния льда, крыжовника и смородины - под действием сернистого газа.

5) изменения размеров органов обычно неспецифичны. К примеру, хвоя сосны вблизи заводов удобрений удлиняется от нитратов и укорачивается от сернистого газа. У ягодных кустарников дым вызывает уменьшение размеров листьев.

6) изменения формы, количества и положения органов. Аномальная форма листьев отмечена после радиоактивного облучения. Из-за локальных некрозов возникает вздувание или искривление листьев, сращение или расщепление отдельных органов, увеличение или уменьшение частей цветка.

7) изменение жизненной формы растения. Кустовидная или подушечная форма роста свойственна деревьям, особенно липе, при сильном устойчивом загрязнении воздуха (HCl , SO_2).

8) изменение жизненности. В присутствии многих поллютантов бонитет деревьев понижается от 1-2 класса до 4-5. Очень часто это сопровождается изреживанием кроны и уменьшением прироста. Изменения прироста неспецифичны, но широко применяются, так как чувствительнее, чем некрозы. Измеряют радиальный прирост стволов, прирост в длину побегов и листьев, корней, диаметр таллома лишайника.

9) изменение плодовитости. Обнаружено у большего количества растений. К примеру, при действии поллютантов происходит уменьшение числа образования плодовых тел у грибов, понижается продуктивность у черники и ели. Некоторые виды лишайников не образуют плодовых тел в сильно загрязненном воздухе, но способны размножаться вегетативно [14, с. 7].

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКА Г. БИЙСКА И РАЙОНОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Физико-географическая характеристика г. Бийска

2.1.1. Географическое положение г. Бийска. Бийск – город в России, административный центр Бийского района Алтайского края, наукоград РФ. Площадь города – 28,1 тыс. га с численностью населения на 1 января 2017 года 203,8 тыс. жителей.

Бийск протянулся с юго-запада на северо-восток и находится в долинах рек Бия и Обь, протяженность его с юго-запада на северо-восток – 34 км, с севера на юг – 12 км, с востока на запад – около 20 км. Город включает в себя левобережную часть долины Бии, от мостового путепровода на северо-востоке до дачных участков у пос. Усть-Катунь. Южная граница проходит в пределах приречного бора. Основная часть города расположена на правом берегу Бии вдоль трассы Бийск-Турочак, далее – южнее пос. Первомайский и заканчивается на юго-западе у р. Чемровки. В черту города попадают поселки Боровое, Фоминское, Жаворонково и Новый, а также лесные массивы и сельскохозяйственные угодья, лежащие между поселками. Пограничными районами а правом берегу Бии являются Зональный и Бийский.

В пределах городской территории можно выделить две зоны – промышленную (западную) и жилую с вкраплениями промышленных предприятий [29, с. 7].

2.1.2. Рельеф. Город Бийск расположен на Западно-Сибирской платформе, имеющей двухъярусное строение. Нижний ярус сложен палеозойским складчатым фундаментом, верхний ярус образует осадочные породы неоген четвертичного возраста.

Согласно геоморфологическому районированию город располагается в области аккумулятивной равнины в долине реки Бия, разделяющей две

крупные морфоструктуры – Бие-Чумышскую возвышенность на севере и Предалтайскую равнину на юге, покрытой плейстоценовыми и голоценовыми образованиями, на которой доминируют два рельефа: структурный и техногенный [12, с. 15].

2.1.3. Климатические условия. Бийск находится в умеренном климатическом поясе с континентальным типом, четко выраженной сменой времен года.

Климат города формируется под влиянием солнечной радиации, циркуляции атмосферы и подстилающей поверхности (растительность, рельеф, почвы, реки), а в условиях года и под влиянием застройки отдельных его районов.

На климатические особенности Бийска влияет географическое положение на юге Западно-Сибирской равнины. С севера территория открыта для проникновения арктических масс воздуха, холодных и сухих. Во все сезоны года арктический воздух является основной воздушной массой. Заметное влияние на климат оказывают воздушные массы, поступающие из глубины континента: с юга – теплый тропический воздух, с востока – холодный континентальный, с запада – сильно трансформированный атлантический воздух [4, с. 21].

Смена воздушных масс определяет различие погоды по сезонам года. Температуру воздуха контролируют циклоны и антициклоны. Количество поступающей солнечной энергии определяет термический режим воздуха по сезонам года.

Зимой на погоду влияет азиатский антициклон, центр которого располагается над Монголией. При ослаблении азиатского антициклона с запада перемещаются циклоны со Скандинавии через Урал, сопровождаемые усилением ветра до 15-20 м/с, местами до 25 м/с с выпадением осадков в виде снега и дождя.

Для весны характерно поступление теплого воздуха с Атлантического океана. Прорывы холодного арктического воздуха в тылу циклонов сопровождаются резкими похолоданиями.

Лето в Бийске короткое и жаркое. В летнее время обычны засухи, суховеи и пыльные бури, которые связаны с формированием устойчивого антициклона. Самое большое количество осадков приходится на июль – 68 мм.

Осенью циклоническая деятельность усиливается и сопровождается пасмурной и дождливой погодой. В осеннее и весеннее время часты туманы. В среднем 21 день в году бывает с туманами.

Среднегодовая температура воздуха 2,8 °С. Устойчивые морозы наступают в среднем 16 ноября, прекращаются 21 марта. Продолжительность периода с устойчивыми морозами четыре месяца (126 дней). Средняя продолжительность безморозового периода – 90 дней. Температура почвы в мае в пахотном слое глубиной до 20 см повышается до + 14 С. В среднем за год в городе выпадает 560-570 мм осадков. Максимальное количество осадков приходится на летние месяцы – июнь-август, немного меньше на осенние – сентябрь-октябрь.

В городе бывают ветры всех направлений. Наиболее часты ветры юго-западного направления, средняя повторяемость которых 22%. Немного реже бывают ветры западные, восточные и северо-восточные, которые повторяются одинаково часто, в среднем по 16%. В 60 % случаев ветер чрезвычайной силы связан с холодным фронтом, в 30 % - с теплым, в 10 % - с фронтами окклюзии [24, с. 20].

2.1.4. Экологическое состояние городской среды. Город Бийск является вторым по величине промышленным центром Алтая. Здесь сосредоточены предприятия энергетического, химического, машиностроительного комплексов, которые в силу исторического развития размещены кусто-дисперсным способом. В городской черте расположено 32

муниципальных котельных, работающих на угле и 1 газовая котельная. В пределах Западной зоны сосредоточены крупные промпредприятия. Преобладающее направление ветров – юго-западное, поэтому многообразные загрязняющие вещества распространяются на жилую часть города [27].

В атмосферу города ежегодно выбрасывается 100 тыс. т. вредных веществ, 6 % приходится на промышленный комплекс, всё остальное - ТЭЦ и автотранспорт. Данные показатели не могут не сказываться на состоянии атмосферного воздуха. На сегодняшний день фиксируется большой рост автомобильного транспорта, что негативно сказывается на ситуации города. Борьба с загрязнением окружающей среды основывается на объективной информации о качестве атмосферного воздуха, полученной при помощи системы наблюдения и контроля за примесями.

В Бийске такой контроль в селитебных зонах осуществляет уже на протяжении 30 лет Комплексная лаборатория по мониторингу за загрязнением природной среды. Ежедневно в трёх районах города на (специально оборудованных постах наружного наблюдения за качеством воздуха и метеорологическими условиями) 4 раза в сутки проводится отбор проб по наиболее часто встречающимся ингредиентам загрязнения [27].

По данным комплексной лаборатории мониторинга окружающей среды Бийска наблюдения за загрязнением воздуха проводятся в разных районах города на трех стационарных постах. В течение 2016 года было отобрано более 19 тысяч проб воздуха на содержание 13 примесей. По результатам проб было сделано заключение, что уровень загрязнения воздуха в г. Бийске является повышенным [23].

Из наблюдаемых веществ превышение ПДК отмечалось по взвешенным веществам (пыли), оксиду углерода, диоксиду азота, формальдегиду и другим. Так, по пыли наибольшая концентрация достигла в апреле 2016 г. 4 ПДК. Максимальное содержание оксида углерода превысило норму в 3 раза, диоксида азота – в 2,5 раза. Чаще всего повышенное загрязнение этими примесями отмечается около дорог, о чем

свидетельствуют данные наблюдений на пункте в пер. Коммунарском. Наибольшее загрязнение бензапиреном, продуктом сгорания всех видов топлива, от бензина до угля, регистрировалось в декабре 2016 г. - 2,4 ПДК [23].

За 2016 год от жителей г. Бийска в лабораторию мониторинга окружающей среды Бийска поступило более 20 жалоб. Стоит отметить, что почти не стало жалоб от населения на выбросы от "Алтайского бройлера", т.к. там была проведена реконструкция и вредных выбросов стало значительно меньше [23].

По данным ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Бийска в январе-феврале 2017г. - повышенный (диоксид азота). Концентрации диоксида серы, оксида азота, пыли, взвешенные вещества, формальдегида и хлорида водорода в течение месяца не превышали ПДК [17].

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха города являются предприятия топливной энергетики, химической, пищевой и деревообрабатывающей промышленности, рассредоточенные по всей территории города, автотранспорт (см. Приложение).

Наибольший вклад в загрязнение воздуха оксидом углерода вносили выбросы автотранспорта, о чем свидетельствуют наблюдения.

В 2016 г. в Бийске насчитывалось 79 тыс. единиц автотранспорта. Наибольший вклад в загрязнение воздуха оксидом углерода и диоксидом азота вносили именно выбросы автотранспорта. Главные магистрали города – пер. Коммунарский, ул. Трофимова, Мерлина, Васильева – сильно загрязнены выхлопными газами.

Характерной чертой воздуха Бийска является запыленность. В городе наиболее высокие уровни запыленности в районе спичечной фабрики и котельного завода, «Бийскэнерго» и Мочище (от печного отопления). В остальной части города небольшие очаги запыленности отмечены вблизи

малых котельных, вокзала, в районе табачной фабрики, ДРСУ, льнокомбината и олеумного завода.

По данным комплексной лаборатории мониторинга окружающей среды Бийска в течение 2016 г. было отобрано 10 проб воды из Бии и 7 проб воды из Катуня в соответствии с гидрологическими фазами. Но производилась оценка только химического состава речной воды, а не ее санитарное состояние. По итогам исследования загрязненность воды выше города оценивается как «загрязненная», ниже города – как «очень загрязненная». Анализ качества воды проводился по 38-40 показателям. Наибольшую долю в загрязнение воды вносят нефтепродукты, фенолы, соединения азота, окисляемая органика, металлы (железо, медь, цинк).

В Бийске наблюдается сразу несколько факторов, существенно загрязняющих реку. Это и вырубка деревьев по берегам реки, и застройка прибрежной полосы. Такая тенденция очень опасна, а в дальнейшем может привести к серьезному сбою в работе всей экосистемы в русле реки Бия [23]. Чтобы спасти Бию от гибели в городе проводится работа по охране реки. Городская администрация, в целях улучшения санитарного состояния водоохранной зоны реки, закрепила за предприятиями, учреждениями и организациями города участки береговой зоны. Они должны производить очистку отходов и регулярно проводить работу по поддержанию их в должном состоянии.

В целом экологическое состояние на территории города условно-благоприятное – на 30% площади и неблагоприятное – на 70%.

2.2 Характеристика районов исследования

В качестве районов для проведения исследования качества атмосферного воздуха были выбраны:

- 1) Парк Победы;
- 2) Городской сад.

Парк Победы – это парк в восточной части Бийска, выходящий на набережную реки Бия к городскому пляжу. Парк расположен с западной стороны насыпи подъездных путей коммунального моста (рис. 1).



Рисунок 1 – Парк победы в 1995 г.

Единый ландшафтно-архитектурный комплекс с парком образует городской пляж. В парке помимо обычных для Бийска деревьев (тополь, береза, ель) высажены деревья редких в Сибири видов: дубы, вязы, каштаны (рис. 2).

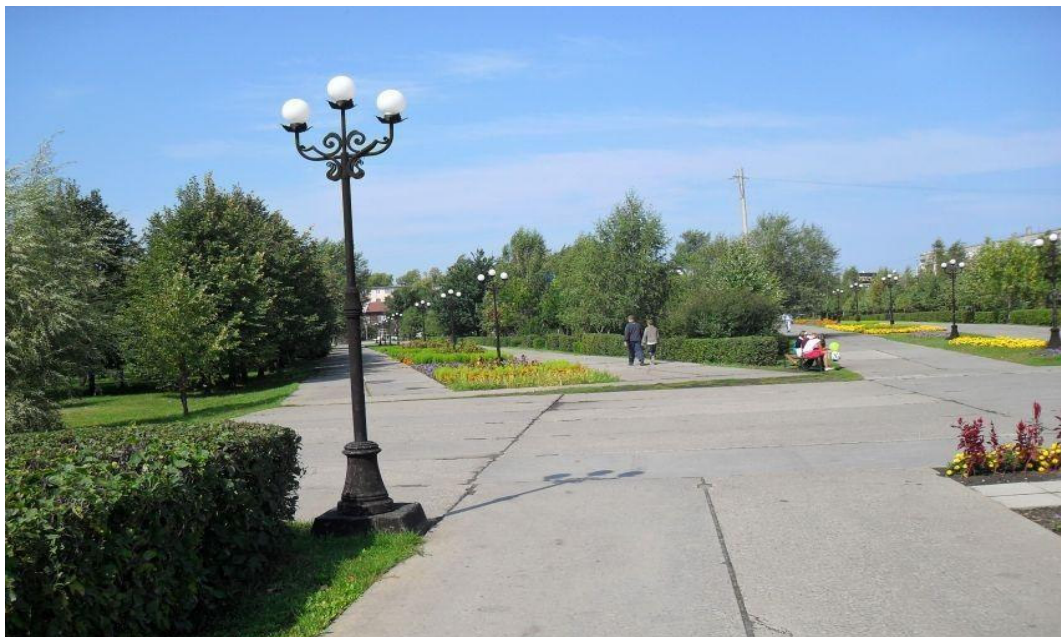


Рисунок 2 – Парк Победы в наши дни

Городской сад в городе Бийске возник в девяностые годы девятнадцатого века. Городской сад является неотъемлемой частью старого города. В саду имеется огромное количество клумб, большое количество деревьев и кустарников (береза, дуб, черемуха, сирень, ель, клен, тополь и т.д.) (рис. 3).



Рисунок 3 – Городской сад в наши дни

Для проведения исследований нами были выбраны районы, находящиеся в непосредственной близости от основных дорог в центре города, т.е. с максимальной загрязняющей нагрузкой и количеством людей.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА С ПОМОЩЬЮ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ

3.1 Методика оценки качества атмосферного воздуха методами изучения флуктуирующей асимметрии при помощи биоиндикаторов

Суть методики состоит в том, что на избранной точке выбирается 10 деревьев приблизительно равного возраста и жизненного состояния - береза с диаметром ствола более 15 см и высотой более 10 м. С каждого дерева собирается по 20 листьев. Контролем служат листья с условно одновозрастных деревьев, собранных в экологически чистой части города. Для измерения лист березы помещают перед собой брюшной стороной вверх. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа (рис. 4) [9, с. 68].

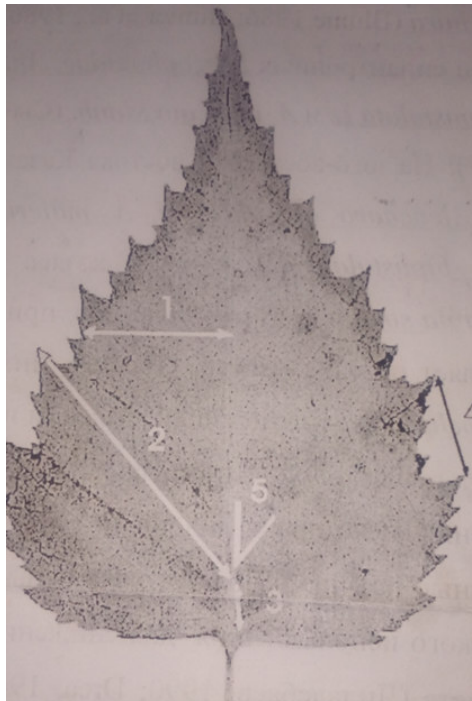


Рисунок 4 - Схема морфологических признаков, использованных для оценки стабильности развития березы повислой [9, с. 68]:

- 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 измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа.
- 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 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. Такая схема обработки используется для растений.

Расчеты проводят по следующему алгоритму [15, с. 66]:

1) Сначала для каждого промеренного листа вычисляются относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого модуль разности между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров:

$$(L-R) / (L+R) (1)$$

Полученные величины заносятся во вспомогательную таблицу.

2) Затем вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков.

Результаты вычислений заносят в графу "Величина асимметрии листа" вспомогательной таблицы.

3) На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития - величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа. Это значение округляется до третьего знака после запятой.

Для оценки степени выявленных отклонений от нормы, их расположения в общем диапазоне возможных изменений показателя создана бальная шкала. Диапазон значений интегрального показателя асимметрии, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается

как первый балл (условная норма). Он соответствует данным, полученным в природных популяциях при отсутствии видимых неблагоприятных воздействий (например, на особо охраняемых природных территориях). Диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается за пятый балл, он соответствует тем популяциям, где есть явное неблагоприятное воздействие и такие изменения состояния организма, которые приводят организм к гибели. Весь диапазон между этими пороговыми уровнями ранжируется в порядке возрастания значений показателя. Такая балльная система оценок по величине интегральных показателей стабильности развития для березы приводится ниже.

Таблица 1 - Шкала отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития для березы повислой [16, с. 8]

Балл	Величина показателя стабильности развития	Характеристика
I	<0,040	I < 0,040 Условная норма
II	0,040-0,044	II 0,040-0,044 Растения испытывают слабое влияние неблагоприятных факторов
III	0,045-0,049	III 0,045-0,049 Загрязненные районы
IV	0,050-0,054	IV 0,050-0,054 Сильно загрязненные районы
V	>0,054	V > 0,054 Крайне неблагоприятные условия, растения находятся в сильно угнетенном состоянии

3.2 Оценка качества воздуха района «Городской сад»

25 сентября 2016 года в районе «Городского сада» с 10 берез было собрано по 10 листьев. В таблице 2 представлены итоги измерений.

Таблица 2 - Итоги измерений пяти параметров листьев берез расположенных в районе «Городского сада»

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
1	17	15	27	25	5	4	8	7	60	60
2	18	17	25	27	4	5	8	9	47	50
3	17	18	30	31	6	6	9	10	57	58
4	17	15	25	26	2	3	9	8	51	53
5	17	17	30	29	5	7	8	7	63	60
6	17	16	27	27	7	6	10	10	53	55
7	14	14	27	27	7	7	9	9	61	65
8	15	14	24	23	4	5	8	8	54	58
9	14	15	27	28	5	5	10	7	57	62
10	16	15	28	27	5	5	8	9	62	60
11	14	15	27	28	5	5	9	10	64	63
12	16	16	30	27	4	4	10	10	57	59
13	14	14	28	26	2	5	10	10	58	62
14	13	13	25	27	5	4	7	9	65	66
15	14	15	25	27	5	7	8	10	64	62
16	12	15	24	25	4	4	8	8	50	52
17	16	18	27	28	5	5	9	10	61	55
18	16	15	26	26	5	5	8	8	59	60
19	15	16	27	26	5	6	10	10	52	56
20	16	15	27	26	5	5	8	9	58	56

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
21	24	21	34	35	6	6	12	13	52	54
22	15	16	23	25	5	5	8	8	50	55
23	14	13	23	24	4	4	9	9	45	46
24	21	23	32	33	6	6	10	10	50	53
25	16	17	28	29	6	6	8	8	58	60
26	20	22	32	34	3	4	8	10	57	53
27	21	20	33	31	5	5	12	10	47	45
28	15	15	25	25	6	5	8	9	64	60
29	22	24	30	33	6	6	10	11	46	50
30	14	15	22	24	3	4	8	9	47	50
31	22	24	33	35	7	6	10	9	50	54
32	21	23	30	31	7	7	11	12	58	59
33	15	14	21	21	5	5	7	7	45	48
34	19	18	27	27	5	5	10	8	50	54
35	18	17	27	25	5	4	10	7	52	50
36	23	20	37	31	3	5	18	11	62	65
37	19	18	29	30	6	6	10	12	46	47
38	17	17	29	29	6	6	10	9	61	52
39	15	18	29	29	4	7	15	10	55	52
40	15	13	22	22	3	2	7	7	54	52
41	22	20	34	32	5	5	10	9	49	56
42	17	18	27	29	5	5	8	10	57	57
43	20	19	30	29	5	4	11	11	48	45
44	22	21	34	35	4	4	12	10	56	57

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
45	22	21	34	33	5	6	11	10	57	58
46	18	19	28	30	6	6	9	10	50	56
47	22	23	37	36	2	2	8	9	58	62
48	20	19	30	30	6	4	10	9	50	57
49	18	17	28	27	5	8	9	10	65	60
50	18	19	29	30	4	3	10	10	48	50
51	19	20	29	31	4	3	10	12	49	50
52	16	19	30	28	7	4	10	8	64	60
53	16	16	28	25	6	6	7	10	55	55
54	18	17	30	26	8	6	11	8	53	50
55	17	20	30	32	7	7	11	11	47	52
56	17	20	30	19	4	4	10	8	51	61
57	11	12	27	28	7	6	9	9	54	53
58	18	17	30	30	9	6	9	8	53	55
59	17	15	28	29	6	6	10	9	55	62
60	13	16	23	24	4	5	10	9	47	47
61	14	14	21	20	3	3	7	6	56	58
62	20	20	32	33	5	6	10	9	55	54
63	18	19	32	33	6	4	9	8	57	57
64	16	16	28	29	4	3	8	8	54	58
65	20	18	31	31	4	5	10	7	45	50
66	15	15	23	23	4	3	7	5	53	56
67	22	24	32	36	9	5	10	12	53	51
68	20	25	28	36	6	4	10	10	47	47

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
69	17	19	30	30	4	4	8	7	51	52
70	19	18	29	28	3	2	7	8	54	52
71	20	22	34	34	2	4	10	11	52	55
72	18	20	26	27	3	4	7	8	51	55
73	17	15	25	24	3	3	7	7	42	47
74	19	20	29	31	5	3	10	11	55	58
75	15	13	20	21	4	4	7	7	52	46
76	14	15	24	23	3	4	9	8	56	54
77	18	17	26	27	5	5	8	8	59	58
78	18	18	27	28	7	6	8	8	55	55
79	18	20	28	30	2	3	8	8	60	60
80	16	17	27	28	6	5	10	10	55	57
81	17	18	29	28	6	6	10	8	60	60
82	21	19	31	29	3	4	10	11	65	60
83	21	21	36	34	5	3	9	10	52	55
84	18	20	31	33	4	4	9	8	55	57
85	19	18	31	30	5	6	9	9	50	51
86	18	18	29	30	5	5	8	9	59	64
87	19	19	34	35	3	4	10	9	64	63
88	16	16	25	25	5	6	8	9	50	51
89	25	23	36	35	4	7	11	12	57	58
90	22	25	36	36	6	10	10	10	58	60
91	13	14	25	26	4	4	7	7	59	62
92	17	16	27	25	4	4	8	8	52	58
93	14	15	25	27	5	5	7	9	62	62

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
94	17	20	30	32	7	4	10	11	57	57
95	16	16	27	29	6	6	8	9	61	60
96	19	20	30	27	7	8	10	9	60	60
97	15	15	24	24	4	3	9	9	51	54
98	16	17	25	27	8	7	9	10	60	58
99	19	18	30	28	5	5	10	8	56	60
100	17	16	27	26	6	5	10	9	57	53

сп – справа; сл – слева.*

Вычислим относительные величины асимметрии для каждого признака по формуле $(L-R) / (L+R)$. Полученные данные представим в таблице 3.

Таблица 3 - Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1	0,063	0,038	0,111	0,067	0	0,056
2	0,029	0,038	0,111	0,059	0,03	0,053
3	0,029	0,016	0	0,053	0,009	0,021
4	0,063	0,02	0,2	0,059	0,019	0,072
5	0	0,017	0,167	0,067	0,024	0,055
6	0,03	0	0,077	0	0,019	0,025
7	0	0	0	0	0,032	0,006
8	0,034	0,021	0,111	0	0,036	0,04
9	0,034	0,018	0	0,176	0,042	0,054
10	0,032	0,018	0	0,059	0,016	0,025
11	0,034	0,018	0	0,053	0,008	0,023
12	0	0,053	0	0	0,017	0,014
13	0	0,037	0,429	0	0,033	0,1
14	0	0,038	0,111	0,125	0,008	0,056
15	0	0	0,167	0,111	0,016	0,059
16	0,111	0,02	0	0	0,02	0,03

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
17	0,059	0,018	0	0,053	0,052	0,036
18	0,032	0	0	0	0,008	0,008
19	0,032	0,019	0,09	0	0,037	0,036
20	0,032	0,019	0	0,059	0,018	0,026
21	0,067	0,014	0	0,04	0,019	0,028
22	0,032	0,042	0	0	0,048	0,024
23	0,037	0,021	0	0	0,01	0,014
24	0,045	0,015	0	0	0,029	0,018
25	0,03	0,018	0	0	0,017	0,013
26	0,048	0,03	0,143	0,111	0,036	0,074
27	0,024	0,031	0	0,09	0,022	0,033
28	0	0	0,09	0,059	0,032	0,036
29	0,043	0,048	0	0,048	0,042	0,036
30	0,034	0,043	0,143	0,059	0,03	0,062
31	0,043	0,029	0,077	0,053	0,038	0,048
32	0,045	0,016	0	0,043	0,009	0,023
33	0,034	0	0	0	0,032	0,013
34	0,027	0	0	0,111	0,038	0,035
35	0,029	0,038	0,111	0,176	0,02	0,075
36	0,07	0,088	0,25	0,241	0,024	0,135
37	0,027	0,017	0	0,09	0,01	0,029
38	0	0	0	0,053	0,025	0,016
39	0,09	0	0,273	0,2	0,028	0,118
40	0,071	0	0,2	0	0,036	0,061
41	0,048	0,03	0	0,053	0,067	0,04
42	0,029	0,036	0	0,111	0	0,035
43	0,026	0,017	0,111	0	0,01	0,033
44	0,023	0,014	0	0,09	0,009	0,027
45	0,023	0,015	0,09	0,048	0,009	0,037
46	0,027	0,034	0	0,053	0	0,023
47	0,022	0,014	0	0,059	0,033	0,026
48	0,026	0	0,2	0,053	0,065	0,069
49	0,029	0,018	0,23	0,053	0,04	0,074
50	0,027	0,017	0,143	0	0,02	0,041
51	0,026	0,033	0,143	0,09	0,01	0,06
52	0,086	0,034	0,273	0,111	0,032	0,107
53	0	0,057	0	0,176	0	0,047

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
54	0,029	0,071	0,143	0,158	0,029	0,086
55	0,081	0,032	0	0	0,05	0,033
56	0,081	0,224	0	0,111	0,089	0,101
57	0,043	0,018	0,077	0	0,009	0,029
58	0,029	0	0,2	0,059	0,019	0,061
59	0,063	0,018	0	0,053	0,06	0,039
60	0,103	0,021	0,111	0,053	0	0,058
61	0	0,024	0	0,077	0,018	0,024
62	0	0,015	0,09	0,053	0,009	0,033
63	0,027	0,015	0,02	0,059	0	0,06
64	0	0,018	0,143	0	0,036	0,039
65	0,053	0	0,111	0,176	0,053	0,079
66	0	0	0,143	0,167	0,028	0,068
67	0,043	0,059	0,286	0,09	0,019	0,099
68	0,111	0,125	0,2	0	0	0,087
69	0,056	0	0	0,067	0,01	0,027
70	0,027	0,018	0,2	0,067	0,019	0,066
71	0,048	0	0,333	0,048	0,028	0,091
72	0,053	0,019	0,143	0,067	0,038	0,064
73	0,063	0,02	0	0	0,056	0,028
74	0,026	0,033	0,25	0,048	0,027	0,077
75	0,071	0,024	0	0	0,061	0,031
76	0,034	0,021	0,143	0,059	0,018	0,055
77	0,029	0,019	0	0	0,009	0,011
78	0	0,018	0,077	0	0	0,019
79	0,053	0,034	0,2	0	0	0,057
80	0,03	0,018	0,09	0	0,018	0,031
81	0,029	0,018	0	0,111	0	0,032
82	0,05	0,033	0,143	0,048	0,04	0,063
83	0	0,029	0,25	0,053	0,029	0,072
84	0,053	0,031	0	0,059	0,018	0,032
85	0,027	0,016	0,09	0	0,01	0,029
86	0	0,017	0	0,059	0,04	0,023
87	0	0,014	0,143	0,0536	0,008	0,044
88	0	0	0,09	0,059	0,01	0,032
89	0,042	0,014	0,273	0,043	0,009	0,076

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
90	0,064	0	0,25	0	0,017	0,066
91	0,037	0,02	0	0	0,025	0,016
92	0,03	0,038	0	0	0,055	0,025
93	0,034	0,038	0	0,125	0	0,039
94	0,081	0,032	0,273	0,048	0	0,087
95	0	0,036	0	0,059	0,008	0,02
96	0,026	0,053	0,067	0,053	0	0,04
97	0	0	0,143	0	0,029	0,034
98	0,03	0,038	0,067	0,053	0,017	0,041
99	0,027	0,034	0	0,111	0,034	0,041
100	0,03	0,019	0,09	0,053	0,036	0,046

Вычисляем среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа $4,166 / 100 = 0,046$. Отсюда следует, что исследуемые листья берез находятся в районе с загрязненным атмосферным воздухом.

3.3 Оценка качества воздуха района «парк Победы»

26 сентября 2016 г. на участке в районе «парка Победы» с 10 берез было собрано по 10 листьев.

В таблице 4 представлены результаты измерений.

Таблица 4 - Итоги измерений пяти параметров листьев берез расположенных в районе «парка Победы»

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
1	17	13	29	27	3	3	18	11	30	28
2	18	20	35	33	7	10	15	11	45	40
3	19	19	32	30	7	8	12	11	41	40
4	21	24	34	35	7	9	16	12	41	45

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
5	16	17	26	28	5	5	10	11	40	35
6	17	18	30	19	6	7	8	10	48	40
7	20	19	32	31	6	6	13	14	46	44
8	18	16	33	30	6	5	12	10	33	35
9	20	21	30	36	8	7	12	16	30	30
10	15	16	33	34	2	2	21	23	30	30
11	12	13	24	26	9	8	11	12	43	47
12	17	19	32	33	7	8	13	15	40	40
13	17	20	30	30	3	4	10	10	54	56
14	16	16	26	26	5	3	9	8	40	43
15	20	21	33	31	2	4	10	9	55	57
16	19	19	30	32	4	4	10	11	55	56
17	15	20	27	30	4	6	9	13	45	52
18	19	18	31	31	4	4	9	10	56	60
19	21	21	31	32	5	6	10	10	50	52
20	17	16	30	30	6	6	10	8	45	46
21	14	15	24	27	5	4	10	11	42	45
22	18	20	19	30	5	5	9	11	30	42
23	16	16	27	26	5	4	9	9	50	54
24	26	25	36	37	6	9	15	16	42	43
25	18	17	27	26	4	3	8	10	50	52
26	13	14	25	26	4	4	8	10	46	44
27	24	24	37	36	1	2	13	14	55	54
28	23	22	39	37	7	7	16	17	44	47
29	16	17	29	29	5	4	14	11	40	42

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
30	13	16	26	28	6	4	10	9	46	43
31	17	17	28	27	3	3	10	9	46	47
32	18	21	27	30	3	2	9	10	51	52
33	17	17	32	31	5	6	11	11	46	46
34	18	17	25	27	4	2	8	10	53	55
35	17	20	30	31	8	7	12	12	43	47
36	9	10	25	25	3	2	8	8	53	45
37	19	17	29	28	3	4	10	9	45	42
38	20	19	28	30	3	2	10	9	53	53
39	22	21	34	32	4	3	10	10	50	52
40	13	23	34	35	2	2	11	10	54	52
41	15	17	23	23	3	4	9	10	37	34
42	14	15	22	25	7	8	10	12	42	43
43	18	19	27	29	6	6	10	12	43	40
44	18	18	29	30	7	5	11	13	40	45
45	23	21	30	31	6	5	11	11	30	33
46	18	17	28	27	2	3	10	9	42	45
47	19	17	26	26	5	2	9	9	50	52
48	18	15	26	24	4	3	9	10	51	45
49	17	14	23	25	24	5	10	12	50	40
50	20	18	28	25	4	5	8	8	50	50
51	19	20	25	24	4	3	9	10	45	50
52	21	17	34	24	2	3	16	12	35	30
53	16	17	31	32	6	7	17	10	45	35
54	17	19	33	9	8	5	16	20	47	32

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
55	17	19	28	31	7	7	14	15	40	35
56	19	20	29	33	5	6	11	14	35	36
57	21	20	33	32	7	6	13	13	40	34
58	11	12	19	20	5	4	8	8	45	40
59	16	18	24	25	6	5	10	11	36	26
60	13	14	20	22	6	4	8	10	40	40
61	13	12	23	22	3	4	10	9	41	40
62	15	14	27	26	3	4	10	11	42	50
63	11	12	21	21	4	3	10	10	35	33
64	15	14	28	27	4	5	12	9	46	45
65	15	17	25	26	5	5	10	8	50	50
66	18	19	30	32	2	3	9	9	50	54
67	20	19	30	30	2	3	10	10	44	49
68	16	20	29	29	4	5	8	8	45	50
69	18	16	29	28	4	4	10	9	50	45
70	15	17	27	30	2	2	9	8	50	50
71	17	20	30	31	3	3	9	9	50	50
72	17	15	25	25	4	5	9	8	50	50
73	22	20	34	32	2	3	10	9	55	55
74	20	20	30	30	3	3	10	10	50	47
75	16	17	26	25	5	2	10	10	40	25
76	14	13	25	26	5	5	9	10	47	50
77	15	16	27	26	4	5	8	9	48	50
78	19	20	30	31	6	2	12	11	42	39

№	Номер признака									
	1		2		3		4		5	
	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп	сл	сп
79	17	16	30	29	4	5	9	8	50	54
80	16	19	28	28	5	5	10	10	50	48
81	21	20	31	37	6	5	13	15	35	30
82	18	20	30	30	6	7	15	12	45	42
83	19	18	30	29	6	6	13	11	42	38
84	15	19	26	28	6	7	10	13	42	45
85	18	20	27	31	5	4	10	13	26	28
86	24	21	35	37	10	8	18	16	42	38
87	24	21	38	35	8	10	16	15	34	34
88	17	16	32	31	6	6	15	16	35	36
89	27	29	44	41	5	10	16	14	35	40
90	22	25	35	39	6	6	13	15	38	35
91	13	14	23	24	4	3	10	9	45	47
92	25	26	40	38	8	8	24	20	35	28
93	17	15	29	32	6	7	17	21	32	40
94	22	20	34	33	4	6	19	15	31	28
95	22	23	36	38	3	5	13	17	39	34
96	22	21	33	37	6	5	15	16	35	30
97	15	17	27	27	6	9	14	15	50	45
98	16	16	26	28	3	4	10	12	52	54
99	19	17	30	27	7	7	12	12	48	49
100	15	16	24	22	3	4	10	10	5	52

сп-справа сл-слева.*

Вычислим относительные величины асимметрии для каждого признака по формуле $(L-R) / (L+R)$. Полученные данные представим в таблице 5.

Таблица 5 - Вспомогательная таблица для расчета интегрального показателя флуктуирующей асимметрии в выборке

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
1	0,133	0,036	0	0,241	0,034	0,089
2	0,053	0,029	0,176	0,154	0,053	0,093
3	0	0,032	0,067	0,043	0,012	0,03
4	0,067	0,014	0,125	0,143	0,047	0,079
5	0,03	0,037	0	0,048	0,067	0,036
6	0,029	0,224	0,077	0,111	0,09	0,106
7	0,026	0,016	0	0,037	0,022	0,02
8	0,059	0,048	0,09	0,09	0,029	0,063
9	0,024	0,09	0,067	0,143	0	0,065
10	0,032	0,015	0	0,045	0	0,018
11	0,04	0,04	0,059	0,043	0,044	0,045
12	0,056	0,015	0,067	0,071	0	0,042
13	0,081	0	0,143	0	0,018	0,048
14	0	0	0,25	0,059	0,036	0,069
15	0,024	0,031	0,333	0,053	0,018	0,092
16	0	0,032	0	0,048	0,009	0,018
17	0,143	0,053	0,2	0,182	0,072	0,13
18	0,027	0	0	0,053	0,034	0,023
19	0	0,016	0,09	0	0,02	0,025
20	0,03	0	0	0,111	0,01	0,03
21	0,034	0,059	0,111	0,048	0,034	0,057
22	0,053	0,224	0	0,1	0,167	0,109
23	0	0,019	0,111	0	0,038	0,034
24	0,02	0,014	0,2	0,032	0,012	0,056
25	0,029	0,019	0,143	0,111	0,02	0,064
26	0,037	0,02	0	0,111	0,022	0,038
27	0	0,014	0,333	0,037	0,009	0,079
28	0,022	0,026	0	0,03	0,033	0,022
29	0,03	0	0,111	0,12	0,024	0,057
30	0,103	0,037	0,2	0,053	0,034	0,085
31	0	0,018	0	0,053	0,01	0,016
32	0,077	0,053	0,2	0,053	0,01	0,079
33	0	0,016	0,09	0	0	0,021
34	0,029	0,038	0,333	0,111	0,019	0,106
35	0,081	0,016	0,067	0	0,044	0,042
36	0,053	0	0,2	0	0,082	0,067

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
37	0,056	0,018	0,143	0,053	0,034	0,06
38	0,026	0,034	0,2	0,053	0	0,063
39	0,023	0,03	0,143	0	0,02	0,043
40	0	0,014	0	0,048	0,019	0,016
41	0,062	0	0,143	0,053	0,042	0,06
42	0,034	0,064	0,067	0,09	0,012	0,053
43	0,027	0,036	0	0,09	0,036	0,038
44	0	0,017	0,167	0,043	0,059	0,057
45	0,045	0,016	0,09	0	0,048	0,04
46	0,029	0,018	0,2	0,053	0,034	0,067
47	0,056	0	0,429	0	0,02	0,101
48	0,09	0,04	0,143	0,053	0,063	0,078
49	0,097	0,042	0,111	0,09	0,111	0,09
50	0,053	0,057	0,111	0	0	0,044
51	0,026	0,02	0,143	0,053	0,053	0,059
52	0,105	0,172	0,2	0,143	0,077	0,139
53	0,03	0,016	0,077	0,259	0,125	0,101
54	0,056	0,065	0,23	0,111	0,19	0,13
55	0,056	0,05	0	0,034	0,067	0,041
56	0,026	0,065	0,09	0,12	0,014	0,063
57	0,024	0,015	0,077	0	0,081	0,039
58	0,043	0,026	0,111	0	0,059	0,048
59	0,059	0,02	0,09	0,048	0,161	0,076
60	0,037	0,045	0,2	0,111	0	0,079
61	0,04	0,022	0,143	0,053	0,012	0,054
62	0,034	0,019	0,143	0,048	0,087	0,066
63	0,043	0	0,143	0	0,029	0,043
64	0,034	0,018	0,111	0,143	0,01	0,063
65	0,063	0,02	0	0,111	0	0,039
66	0,027	0,032	0,2	0	0,038	0,059
67	0,026	0	0,2	0	0,054	0,056
68	0,111	0	0,111	0	0,053	0,055
69	0,059	0,018	0	0,053	0,053	0,037
70	0,062	0,053	0	0,059	0	0,035
71	0,081	0,016	0	0	0	0,019
72	0,062	0	0,111	0,059	0	0,046
73	0,048	0,03	0,2	0,053	0	0,066

№	Номер признака					Величина асимметрии листа
	1	2	3	4	5	
74	0	0	0	0	0,03	0,006
75	0,03	0,02	0,429	0	0,23	0,142
76	0,037	0,02	0	0,053	0,03	0,028
77	0,032	0,019	0,111	0,059	0,02	0,048
78	0,026	0,016	0,5	0,043	0,037	0,124
79	0,03	0,017	0,111	0,059	0,038	0,045
80	0,086	0	0	0	0,2	0,057
81	0,024	0,088	0,09	0,071	0,077	0,07
82	0,053	0	0,077	0,111	0,034	0,055
83	0,027	0,017	0	0,083	0,05	0,035
84	0,118	0,037	0,077	0,13	0,034	0,079
85	0,071	0,069	0,111	0,13	0,037	0,084
86	0,067	0,028	0,111	0,059	0,05	0,063
87	0,067	0,041	0,111	0,032	0	0,05
88	0,03	0,016	0	0,032	0,014	0,018
89	0,036	0,035	0,333	0,067	0,067	0,108
90	0,064	0,054	0	0,071	0,041	0,046
91	0,037	0,021	0,143	0,053	0,022	0,055
92	0,02	0,026	0	0,09	0,111	0,247
93	0,063	0,049	0,077	0,105	0,111	0,081
94	0,048	0,015	0,2	0,118	0,077	0,092
95	0,022	0,027	0,25	0,133	0,068	0,1
96	0,03	0,057	0,09	0,032	0,077	0,057
97	0,063	0	0,2	0,034	0,053	0,07
98	0	0,037	0,143	0,09	0,019	0,058
99	0,056	0,053	0	0	0,01	0,024
100	0,032	0,043	0,143	0	0,02	0,048

Вычисляем среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого листа $6,166 / 100 = 0,062$. Отсюда следует, что в этом районе крайне неблагоприятные условия, растения находятся в крайне угнетенном состоянии.

Таким образом, анализ загрязнения атмосферного воздуха г. Бийска показывает, что уровень загрязнения превышает санитарно-гигиенические нормативы. Выбросы вредных веществ осуществляют предприятия

теплоэнергетики, промышленности и автотранспорт. Для улучшения ситуации необходимо срочно принять меры, которые, с одной стороны, были бы направлены на уменьшения выбросов загрязняющих веществ со стороны предприятий и автотранспорта, а с другой - на увеличение количества многолетних зеленых насаждений, которые в свою очередь оказывают содействие очищению атмосферного воздуха.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Под биологическими индикаторами принято понимать организмы, которые реагируют на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения.

При помощи биологических индикаторов проводится оценка качества атмосферного воздуха, качество воды, засоленность почвы, изменение режима увлажнения, интенсивность выпаса и т.д.

Биомониторинг можно проводить, осуществляя наблюдения за отдельными растениями-индикаторами, популяциями определенного вида и состоянием фитоценоза в целом. На уровне вида обычно производят специфическую индикацию какого-то одного загрязнителя, а на уровне популяции или фитоценоза – общего состояния природной среды.

Биоиндикация является довольно актуальным методом исследования, т.к. отличается простотой, скоростью и дешевизной определения качества среды.

В качестве объекта исследования была проведена оценка атмосферного воздуха г. Бийска. Бийск расположен в юго-восточной части Алтайского края на реке Бия, недалеко от её слияния с рекой Катунь. Город находится на юго-западном склоне Бийско-Чумышской возвышенности.

Атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных компонентов окружающей среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных. Проблема загрязнения атмосферы остается одной из главных в современных городах, в том числе и в г. Бийске Алтайского края.

В Бийске контроль за качеством окружающей среды на протяжении 30 лет осуществляет Комплексная лаборатория по мониторингу за загрязнением природной среды. Ежедневно в трёх районах города на (специально оборудованных постах наружного наблюдения за качеством воздуха и

метеорологическими условиями) 4 раза в сутки проводится отбор проб по наиболее часто встречающимся ингредиентам загрязнения.

По данным комплексной лаборатории мониторинга окружающей среды Бийска в течение 2016 года было отобрано более 19 тысяч проб воздуха на содержание 13 примесей. По результатам проб было сделано заключение, что уровень загрязнения воздуха в г. Бийске является повышенным.

По данным ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Бийска в январе-феврале 2017г. – также являлся повышенным (диоксид азота). Концентрации диоксида серы, оксида азота, пыли, взвешенные вещества, формальдегида и хлорида водорода в течение анализируемых месяцев не превышали ПДК.

Наибольший вклад в загрязнение воздуха оксидом углерода вносили выбросы автотранспорта, о чем свидетельствуют наблюдения.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха города являются предприятия топливной энергетики, химической, пищевой и деревообрабатывающей промышленности, рассредоточенные по всей территории города, автотранспорт.

Для проведения исследований нами были выбраны районы, находящиеся в непосредственной близости от основных дорог в центре города, т.е. с максимальной загрязняющей нагрузкой и количеством людей. Таким образом, для исследований были выделены следующие объекты:

- а) парк Победы (район коммунального моста);
- б) городской сад (район старого центра).

Оценка качества атмосферного воздуха была проведена методами изучения флуктуирующей асимметрии при помощи биоиндикаторов. В качестве биоиндикаторов была выбрана береза.

Суть методики состоит в том, что на избранной точке выбирается 10 деревьев приблизительно равного возраста и жизненного состояния - береза с диаметром ствола более 15 см и высотой более 10 м. С каждого дерева

собирается по 20 листьев. С каждого листа снимают показатели по пяти промерам с левой и правой сторон листа, где:

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 измеряется расстояние от границы центральной жилки до края листа.

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.

Сначала для каждого промеренного листа вычисляются относительные величины асимметрии для каждого признака. Затем вычисляют показатель асимметрии для каждого листа. На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития

Для оценки степени выявленных отклонений от нормы, их места в общем диапазоне возможных изменений показателя разработана бальная шкала. Диапазон значений интегрального показателя асимметрии, соответствующий условно нормальному фоновому состоянию, принимается как первый балл (условная норма). Диапазон значений, соответствующий критическому состоянию, принимается за пятый балл, он соответствует тем популяциям, где есть явное неблагоприятное воздействие и такие изменения состояния организма, которые приводят организм к гибели.

Таким образом, 25 сентября 2016 года в районе «Городского сада» с 10 берез было собрано по 10 листьев. Анализ участка района «Городского сада» показал, что исследуемые листья берез находятся в районе с загрязненным атмосферным воздухом.

На участке в районе «парка Победы» 26 сентября 2016 г. также с 10 берез было собрано по 10 листьев. Анализ качества атмосферного воздуха

участка района «парка Победы» показал, что в этом районе крайне неблагоприятные условия, растения находятся в крайне угнетенном состоянии.

Таким образом, анализ загрязнения атмосферного воздуха г. Бийска показывает, что уровень загрязнения превышает санитарно-гигиенические нормативы.

Для улучшения сложившейся ситуации можно сделать следующие рекомендации:

1. Необходимо структурировать систему озеленения города в соответствии с розой ветров, что будет способствовать лучшей продуваемости улиц города.

2. Ужесточить контроль соответствия очистных сооружений предприятий.

3. Ужесточить контроль ГСМ, поскольку основным источником загрязнения является автомобильный транспорт.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акимова, Т. А.* Экология [Текст] : учебник / Т. А. Акимова, В.В. Хаскин. - М. : ЮНИТИ, 2006. - 456 с.
2. *Ашихмина, Т. Я.* Биоиндикация и биотестирование – методы познания экологического состояния окружающей среды [Текст] : учебно-методическое пособие / Т. Я. Ашихмина. – Киров: Природа, 2005. - 98 с.
3. *Ашихмина, Т. Я.* Экологический мониторинг [Текст] : учебно-методическое пособие для ВУЗов / Т. Я. Ашихмина. – Киров: Константа, 2005. – 188 с.
4. Бийск [Текст] : энциклопедия / К. Г. Колтаков, В. П. Никишаев. - Бийск: БПГ им. В.М. Шукшина, 2009. - 416 с.
5. Биоиндикации загрязнений наземных экосистем [Текст] : учебник / Р. Шуберт. - М. : Мир, 1988. – 201 с.
6. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование [Текст] : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Сарапульцева, Т. И. Евсеева и др. - М. : Академия, 2008. – 284 с.
7. Биологические методы оценки природной среды [Текст] : учебно-методическое пособие / Н. Н. Смирнов. - М. : Наука , 1996. – 126 с.
8. Биология: бактерии, грибы, лишайники, растения [Текст] : пособие для учащихся / И. В. Черепанов. - М. : Просвещение, 2005. - 140 с.
9. *Гудериан, Р.* Загрязнение воздушной среды [Текст] : учебник / Р. Гудериан. - М. : Наука, 1999. – 200 с.
10. *Дьяченко, Г. И.* Мониторинг окружающей среды [Текст] : учебно-методическое пособие / Г. И. Дьяченко. - Новосибирск: Экология, 2003. - 104 с.
11. *Израэль, Ю. А.* Экология и контроль состояния природной среды [Текст] : учебное пособие / Ю. А. Израэль. - Л. : Гидрометеоиздат, 2001. – 408 с.

12. *Исупов, С. Ю.* Бийск: острог, крепость, город [Текст] : документально-исторические очерки / С. Ю. Исупов. - Бийск: НИЦ БигПИ, 1999. - 151 с.

13. *Курбанов, Б. Т.* К вопросу анализа загрязнения атмосферного воздуха с использованием биоиндикаторов на базе ГИС-технологий [Текст] / Б. Т. Курбанов // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. – 2013. - № 10. – С. 357-365.

14. *Мозолевская, Е. Г.* Некоторые понятия и показатели состояния насаждений для целей мониторинга [Текст] / Е. Г. Мозолевская // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. – М. : МГУЛ, 2002. – Выпуск 318. – С. 5 – 12.

15. *Мозолевская, Е. Г.* Первичные и интегральные показатели состояния насаждений, используемые при мониторинге [Текст] / Е. Г. Мозолевская // Лесной вестник. – М. : МГУЛ, 2000. – Выпуск 6 (15) – С. 65 – 67.

16. *Мозолевская, Е. Г.* Экологические категории городских насаждений [Текст] / Е. Г. Мозолевская, Е. Г. Куликова // Экология, мониторинг и рациональное природопользование. – М. : МГУЛ, 2000. – Выпуск 302 (I) – С. 5 – 12.

17. Мониторинг загрязнения окружающей среды. Справка за февраль 2017 г. [Электронный ресурс] // Федеральное государственное бюджетное учреждение «Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»: <http://www.meteo-nso.ru/pages/177> (дата обращения 10.03.2017).

18. *Плечова, З. Н.* Экологический практикум [Текст] : пособие для учителей общеобразовательных школ, педагогов учреждений дополнительного образования / З. Н. Плечова, Р. К. Репина. - Чебоксары: КЛИО, 1998. – 169 с.

19. Полякова, А. Биоиндикаторы и методы биоиндикации загрязнения среды [Текст] / А. Полякова, В. Поляков, Н. Ластовец // Экологический вестник России. – 2002. - № 11. – С. 49-59.

20. Поляков, В. А. Проблемы экологии, окружающей среды и рациональное природопользование [Текст] : практикум / В. А. Поляков. – Краснодар, 2013. - 7 с.

21. Силантьева, М. М. История исследования растительного покрова Алтайского края [Текст] / М. М. Силантьева // Флора и растительность Алтая. - Барнаул: АзБука, 2006. - Т. 11. - С. 5-63.

22. Смуров, А. В. Биодиагностика как инструмент получения объективных данных о качестве среды [Текст] : учебно-методическое пособие / А. В. Смуров. - М. : Экология, 2013. - 197 с.

23. Собина В. Запах города: Интервью с начальником комплексной лаборатории мониторинга окружающей среды Бийска [Электронный ресурс] // Деловой Бийск: <http://delovoibiyisk.ru/news/city/zapax-goroda-intervyu-s-nachalnikom-kompleksnoj-laboratorii-monitoringa-okruzhayushhej-sredy-bijska> (дата обращения 28.02.2017).

24. Татаренко, И. П. Краткая история Бийска [Текст] : исторический очерк / И. П. Татаренко. – Бийск, 2009. - 117 с.

25. Трасс, Х. Х. Биоиндикация состояния атмосферной среды городов. Экологические аспекты городских систем [Текст] : учебник / Х. Х. Трасс. – Мн. : Наука и техника, 2004. – 137 с.

26. Фельдман, Л. Г. Окружающая среда [Текст] : энциклопедический словарь- справочник / Л. Г. Фельдман. - М. : Прогресс, 1993. - 640 с.

27. Чистому городу – чистый воздух [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Алтайского края (Минприроды Алтайского края): http://altaipriroda.ru/news/gosnadz/!/2015/04/03/3718_chistomu_gorodu_-_chistyiy_vozduh (дата обращения 03.04.2015)

28. Школьный экологический мониторинг [Текст] : учебно-методическое пособие / Сост.: Т. Я. Ашихмина. – М. : АГАР, 2000. – 148 с.
29. Шмойлов, Э. П. Бийск [Текст] : очерки истории города / Э. П. Шмойлов. - Бийск: Науч.-изд. центр Бийс. пед. ин-та, 1993. - 350 с.
30. Яншин, А. Л. Экология и контроль природной среды [Текст] : учебное пособие / А. Л. Яншин, А. И. Мелуа. – М.: Норма, 2013. – 101 с.

Приложение

Источники загрязнения атмосферного воздуха г. Бийска

Рисунок 5. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами Бийской ТЭЦ

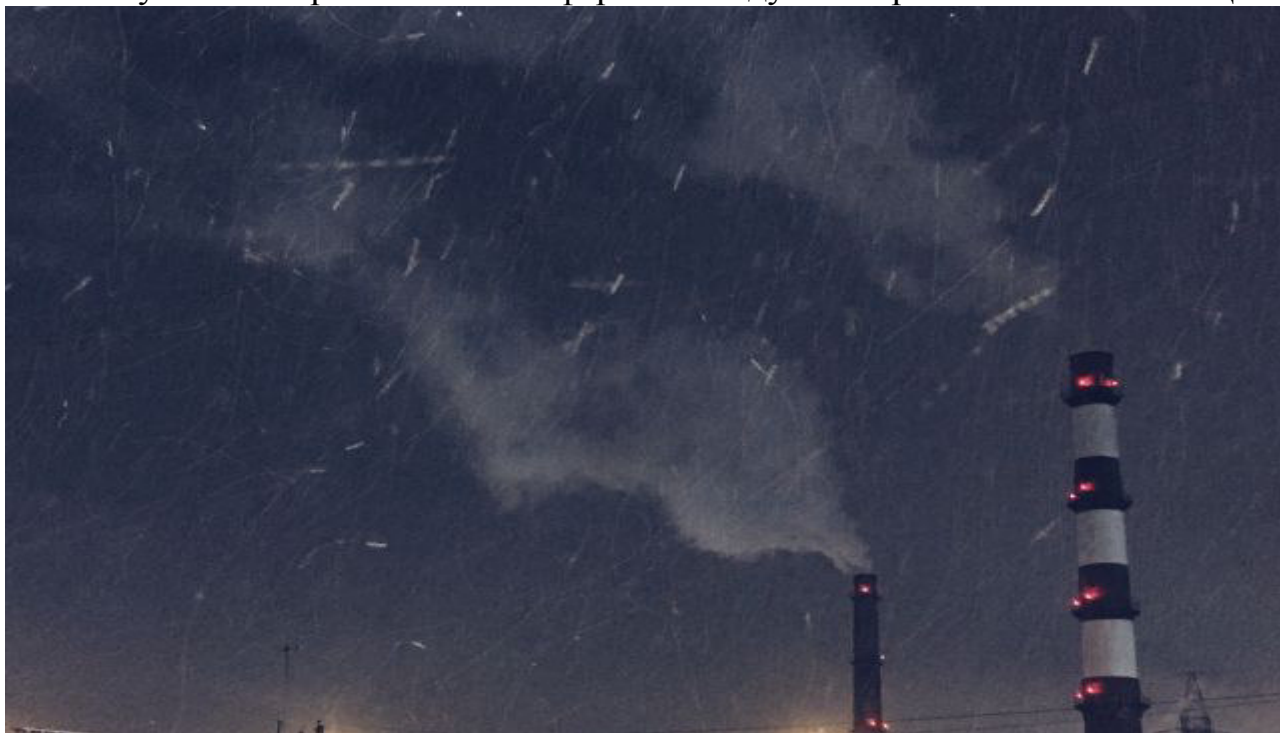


Рисунок 6. Загрязнение атмосферного воздуха выбросами Бийского Элеватора



Рисунок 7. Запыленность города Бийска



Рисунок 8. Загрязнение атмосферного воздуха выхлопными газами автотранспорта

