



ОАНО «Лидеры»

ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

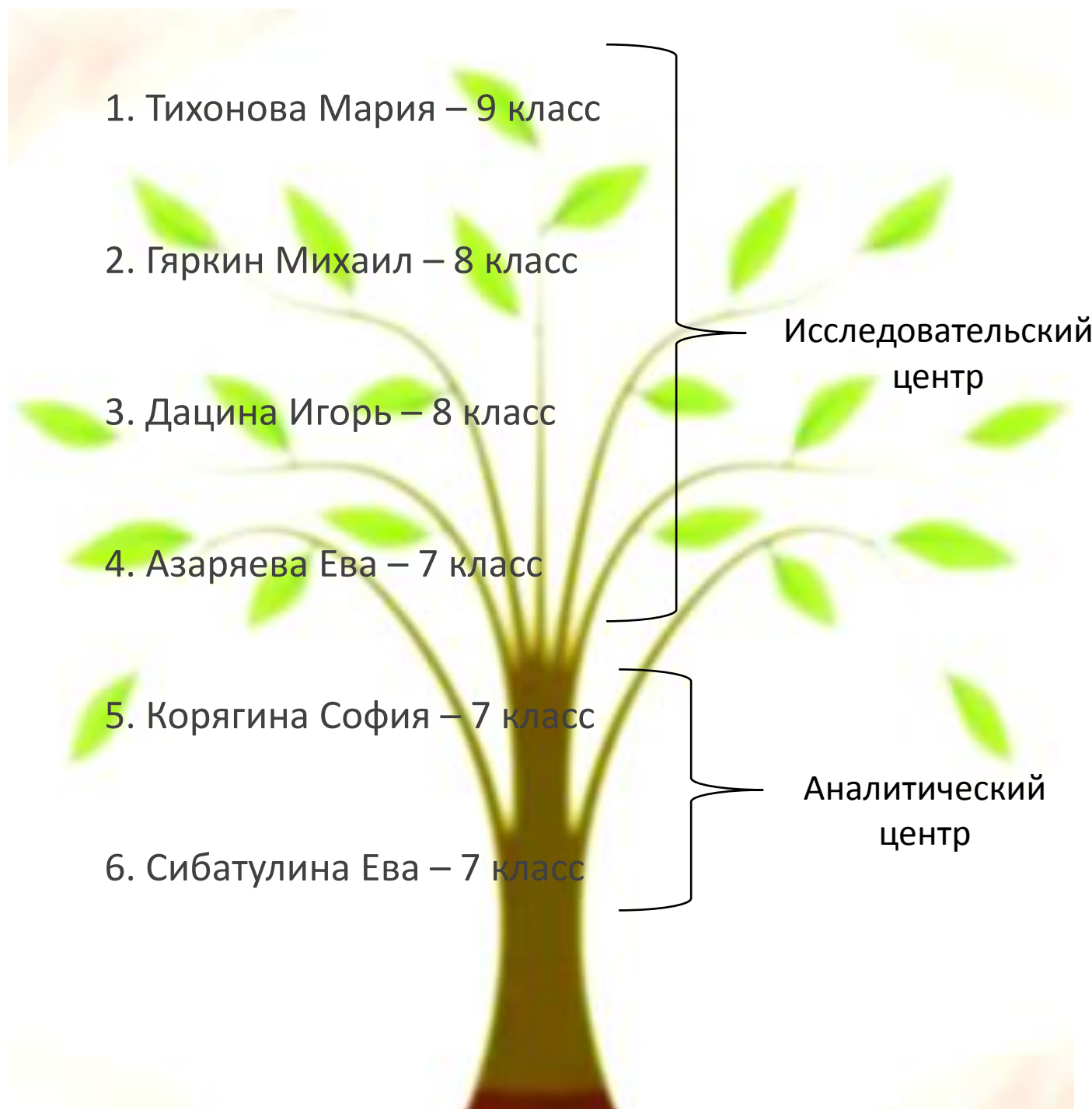
Комплексный экологический мониторинг отдельных территорий Подмосковья



Московская область, Одинцовский р-н, с. Ромашково

2019 г.

Над проектом работали



Руководитель проекта: учитель биологии, химии А.Г. Кубрак

Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ	4
2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	7
2.1. ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ.....	9
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:.....	20
3. 1. Объект и методы исследований	20
3.2. Методики исследований воды (из реки и снегового покрова)	21
3.2.1. Описание внешнего состояния снежного покрова	21
3.2.2. Определение органолептических показателей	22
3.2.3. Химические методы определения качества воды.	27
3.3. Результаты исследования воды и снега	30
3.4. Методика исследований флуктуирующей асимметрии листовой пластинки.....	35
3.4.1. Биологические, экологические свойства <i>Betula pubescens Ehrh</i>	35
3.4.2. Методика проведения исследования	36
3.4.3. Результаты показателя флуктуирующей асимметрии.....	41
4. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	45
5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	48
6. ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТЫ.....	51
7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	52
8. ПРИЛОЖЕНИЯ	54

*«Пора бы человечеству понять,
Богатства у природы отбирая,
Что Землю тоже нужно охранять,
Она как мы – такая же живая»*

1. ВВЕДЕНИЕ

На протяжении всей истории человечества люди жили в тесном контакте с природой. Наши предки, не постигшие естественных законов, обожествляли природу, её явления, придавая стихийным силам сверхъестественный смысл.

Для человека природа – среда жизни и источник существования. Как биологический вид он нуждается в определённом составе воздуха, чистой воде, растениях, животных. Своей жизнедеятельностью человек не влияет на окружающую среду, больше чем другие организмы. Однако, это влияние многократно возрастает из-за трудовые деятельности человека. Именно из-за этого влияние человека на природную среду приобрело настолько крупные масштабы, что превратилась в угрозу нарушения существующего в природе равновесия. И, прежде всего, это связано с загрязнениями окружающей среды. “Плоха та птица, которая загрязняет собственное гнездо”, - говорит народная пословица. Неужели же все человечество, да и каждый из нас уподобится такой птице.

По определению одного из ведущих экологов России Н.Ф. Реймерса «загрязнение окружающей среды» - это «привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для неё физических, химических, информационных или биологических факторов, или превышение естественного уровня содержания данных факторов в среде, приводящих к негативным последствиям». Иначе говоря, это всё то, что не в том месте, не в то время и не в том количестве, что естественно для природы, выводит её из состояния равновесия.

Любое нарушение равновесия, постоянства в окружающей среде не может не сказаться на живых организмах, обитающих в ней, в том числе и на человеке. Всё возрастающее негативное воздействие человека на природную среду диктует необходимость контроля за её состоянием.

Для объективного заключения о качестве среды, необходима комплексная характеристика ее состояния. Система регулярных наблюдений, оценка и прогноз изменений состояния экосистем под влиянием деятельности человека получила название мониторинга. Наблюдения за различными элементами природной среды проводятся по заранее подготовленной программе.

Важную роль во всех природных процессах на Земле играет **вода**. Она является одним из важнейших компонентов жизнеобеспечения человека, непременным условием существования всего живого и наиболее чутко реагирует на изменения в природных процессах под влиянием естественной цикличности и антропогенной деятельности.

В естественном состоянии вода никогда не свободна от примесей. В ней растворены газы и соли, находятся твердые взвешенные частички. В воде могут присутствовать различные вещества: нефтепродукты, органические и биогенные вещества, тяжелые металлы, пестициды и др. Все эти вещества негативно влияют на здоровье человека. Вода для нужд человека берется у природы взаймы, но возвращается к ней уже загрязненная.

Снеговой покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим снег можно рассматривать как своеобразный индикатор загрязнения окружающей среды. Индикаторы - (от лат. indicator — указатель, англ. indicator; нем. Indikator.) - это вещества, позволяющие следить за экологическим состоянием окружающей среды.

В последнее время для интегральной оценки состояния окружающей среды стал широко использоваться биоиндикационный подход, основанный на оценке морфометрических параметров. **Растения**, как продуценты экосистемы, в течение всей своей жизни **привязаны** к локальной территории и **подвержены** влиянию почвенной и воздушной сред, наиболее полно отражающих весь комплекс стрессирующих воздействий на экосистему. При антропогенном воздействии листья растений не только меняют окраску, но и имеют аномальную конфигурацию. Проявление таких отклонений (флуктуирующей асимметрии) это результат несовершенства развития. Иными словами, флуктуирующая асимметрия характеризует способность организма к формированию фенотипа при минимальном уровне онтогенетических нарушений, который в свою очередь является показателем степени соответствия условий среды требованиям организма. Таким образом, речь идет о качестве среды, ее здоровье.

Научить человека думать не только о себе, но и об окружающем мире нелегко, особенно эта проблема актуальна сейчас.

Вот почему мы уделили внимание именно этой проблеме.

Актуальность. Своей жизнедеятельностью человек не влияет на окружающую среду, больше чем другие организмы. Однако, это влияние многократно возрастает из-за трудовых деятельности человека. Именно из-за этого влияние человека на природную среду приобрело настолько крупные масштабы, что превратилась в угрозу нарушения существующего в природе равновесия. И, прежде всего, это связано с загрязнениями окружающей среды.

Цель работы:

Оценить состояние окружающей среды на территориях Московской области: ЖК Западное Кунцево, коттеджный поселок Миллениум Парк, ДПК Новь (дачный поселок), сделать выводы.

Задачи:

1. Изучить литературу, используя разные источники информации, о загрязнении атмосферы различными веществами и их влиянии на организм человека;
2. Освоить методики определения физико-химических характеристик проб воды, талого снега, растительности (листьев древесных растений);
3. Определить физическо-химические характеристики, качественный состав талого снега, листьев древесных растений, воды из реки;
4. Сделать выводы по полученным результатам.

Проблемный вопрос:

Является ли состояние окружающей среды исследуемых территорий (ЖК Западное Кунцево, коттеджный поселок Миллениум Парк, ДПК Новь (дачный поселок)) экологически чистым?

Гипотеза: мы предположили, что исследуемые территории (территории проживания) экологически чистые.

2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Биосфера Земли в настоящее время подвергается все нарастающему антропогенному воздействию.

Выделяют различные виды загрязнения. Это и выбросы вредных веществ в атмосферу, попадание в водную среду производственных и коммунально-бытовых отходов, нефтепродуктов, минеральных солей, тяжелых металлов; засорение ландшафтов мусором и твердыми отходами; широкое применение пестицидов; повышение уровня ионизирующей радиации, накопление тепла в атмосфере и гидросфере, усиление шумовых и электромагнитных воздействий.

Наибольшую долю в этом воздействии занимает химическое загрязнение среды несвойственными ей веществами, имеющее отношение ко

всем регионам планеты – на земном шаре сегодня невозможно найти место, где бы ни присутствовали в той или иной концентрации загрязняющие вещества.

Учеными отмечено, что экологическая ситуация на любой территории, может кардинально измениться не только за продолжительное время, но и за считанные часы, так как интенсивность выбросов отходов в атмосферу, или в водоем иногда катастрофически увеличивается. Поэтому необходимо вести регулярное наблюдение за состоянием экосистем и их элементов. Такие постоянные наблюдения называются экологическим мониторингом (от латинского слова «монитор» - тот, кто напоминает, предупреждает).¹

Экологический мониторинг – информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов:

- оценить показатели состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека;
- создать предпосылки для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

Основными задачами экологического мониторинга являются:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозирующего состояния природной среды.

¹ Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России 1996 год, с. 42

Выделяют следующие **типы мониторинга** окружающей среды: биосферный, геофизический, геохимический, климатический, биологический, экологический и др.

При организации мониторинга возникает необходимость решения нескольких задач, поэтому различают несколько пространственных уровней мониторинга: глобальный, региональный и локальный (импактный). По своей направленности в различных видах мониторинга преобладают разные задачи. Так, биоэкологический (или санитарно-гигиенический) мониторинг главное внимание уделяет наблюдению за состоянием окружающей среды в плане ее воздействия на здоровье населения. Этот вид мониторинга опирается на систему по гидрометеорологии и контролю качества окружающей среды. Объектами санитарно-гигиенического мониторинга являются: приземный слой атмосферы, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, радиационная обстановка, электромагнитные и акустические поля, промышленные, сельскохозяйственные, бытовые стоки, выбросы и твердые отходы.

2.1. ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

2.1.1. Снег - твёрдое агрегатное состояние воды.

Важную роль во всех природных процессах на Земле играет вода, которая, по образному выражению Леонардо да Винчи, является «кровью Земли». Она является одним из важнейших компонентов жизнеобеспечения человека, непременным условием существования всего живого и наиболее чутко реагирует на изменения в природных процессах под влиянием естественной цикличности и антропогенной деятельности.

Вода на Земле может находиться в трёх агрегатных состояниях: твёрдом, жидком и газообразном. Вода всегда находится в воздухе в виде невидимого газа—водяного пара. При благоприятных условиях этот пар конденсируется в маленькие капельки воды или образует кристаллики льда, которые превращаются в облака, а затем в дождь или снег.

Снег—это замёрзшая вода, так как снежинки состоят из маленьких кристалликов льда, и поскольку свет, отражающийся от их многочисленных граней, снежинки кажутся белыми, а не прозрачными. Снег образуется при замерзании водяного пара, содержащегося в атмосфере. Вначале появляются крошечные кристаллики, чистые и прозрачные, которые следуют за воздушными течениями. Постепенно они «приклеиваются» друг к другу, пока их не наберётся сотня или даже больше. Размеры смёрзшихся льдинок оказываются большими, и они начинают медленно опускаться к земле, эти скопления льдинок — снежинки. Форма кристалликов различна: игольчатая, плоская, но у всех 6 граней.

В некоторых регионах снег бывает красным, зелёным, голубым. Причина — бактерии, грибки, пыль содержащиеся в воздухе.

Снег плохо проводит тепло, так как между снежинками имеются большие промежутки воздуха. Это свойство используется человеком для сохранения озимых посевов. Снежный покров как одеялом покрывает землю, не давая траве и верхнему слою почвы вымерзнуть в зимнее время.

2.1.2. Снег и вода как индикатор загрязнения окружающей среды.

В природных условиях вода всегда содержит растворённые вещества (соли, газы). В ней могут присутствовать различные вещества: нефтепродукты, органические и биогенные вещества, тяжелые металлы, пестициды и др. Все эти вещества негативно влияют на здоровье человека.

Снежный покров и вода накапливают в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В связи с этим обладают рядом свойств, делающих их удобным индикатором загрязнения не только самих атмосферных осадков, но и атмосферного воздуха, а также последующего загрязнения почвы и воды. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на 2-3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Исследование снежного покрова позволит выявить загрязнение местности за зимний сезон и позволит оценить степень

безопасности для проживания людей, произрастания растений, жизнедеятельности животных.

В различных аналитических лабораториях нашей страны специалисты ежегодно выполняют не менее 100 млн. анализов качества воды, причем 23% определений заключается в оценке их органолептических свойств, 21% мутности и концентрации взвешенных веществ, 21% составляет определение общих показателей – жесткости, солесодержания, химическое потребление кислорода ХПК, биохимическое потребление кислорода БПК, 29% определение неорганических веществ, 4% – определение отдельных органических веществ.

Значительное количество анализов выполняют санитарно-эпидемиологические службы. Результаты анализов показывают, что в химическом отношении опасной для здоровья является каждая четвёртая проба, в бактериальном – каждая пятая.

Среди нормативов качества воды устанавливаются лимитирующие показатели вредности – органолептические, санитарно-токсикологические или обще санитарные. Лимитирующий показатель вредности объединяет группу нормативов для веществ, вредное воздействие которых на организм человека и окружающую среду наиболее выражено именно в данном отношении. Так, к органолептическим лимитирующим показателям относятся нормативы для тех веществ, которые вызывают неудовлетворительную органолептическую оценку при концентрациях, находящихся в пределах допустимых значений.

Лимитирующие общесанитарные показатели устанавливаются в виде нормативов для относительно малотоксичных и нетоксичных соединений. Для остальных вредных веществ установлены лимитирующие санитарно-токсикологические показатели вредности.

Органолептические показатели.

Органолептическая оценка приносит много прямой и косвенной информации о составе воды и может быть проведена быстро и без каких-либо приборов. К

органолептическим характеристикам относятся цветность, мутность (прозрачность), запах, вкус и привкус, пенистость. Цветность – естественное свойство воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ и комплексных соединений железа. Запах воды может быть связан с деятельностью водных организмов, как живых, так и отмирающих. Запах по характеру подразделяют на две группы, описывая его субъективно по своим ощущениям:

- 1) естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.);
- 2) искусственного происхождения. Такие запахи обычно значительно изменяются при обработке воды. Для питьевой воды допускается запах не более 2 баллов, т.е. запах замечается, если обратить на это внимание (всего баллов 5). Оценку вкуса воды проводят у природной воды при отсутствии подозрений на её загрязнённость. Различают 4 вкуса: солёный, кислый, горький, сладкий. Мутность воды обусловлена содержанием взвешенных в воде мелкодисперсных примесей – нерастворимых или коллоидных частиц различного происхождения. Мутность воды обуславливают и некоторые другие характеристики воды – такие, как:

- наличие осадка, который может отсутствовать, быть незначительным, заметным, большим, очень большим, измеряясь в миллиметрах;
- взвешенные вещества, или грубодисперсные примеси, – определяются гравиметрически после фильтрования пробы, по привесу высушенного фильтра;
- прозрачность, измеряется как высота столба воды, при взгляде сквозь который можно различать узнаваемый знак. Прозрачность, или светопоглощение, воды обусловлена её цветом и мутностью.

Пенистостью считается способность воды сохранять искусственно созданную пену. Пенистость определяют, в основном, при анализе сточных вод и загрязнённых природных вод.

Интерес к контролю качества воды в настоящее время неуклонно растёт, что обусловлено рядом причин. В их числе – продолжающееся загрязнение окружающей среды и, в частности, водных объектов; рост интереса к контролю качества окружающей среды со стороны широких слоев общества – специалистов, законодателей, политиков, членов общественных объединений и др.; переход от декларативного учета требований охраны окружающей среды к практическим мониторинговым исследованиям.

ПОКАЗАТЕЛЬ	ПДК	ПУТИ ПОПАДАНИЯ В ВОДУ	ВЛИЯНИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРЕВЫШЕНИИ ПДК
Железо	0,3 мг/л	Присутствие в природных источниках	Неблагоприятное воздействие на слизистые и кожу, аллергические реакции
Жесткость общая (растворимые соли кальция и магния)	7 мг-экв/л	Присутствие в природных водах	Накопление солей в организме, заболевания суставов (артриты полиартриты), образование камней в почках, желчном и мочевом пузырях
Хлориды	350 мг/л	Вымывание солесодержащих пород, сброс в водоемы промышленных и бытовых сточных водах	Нарушение работы пищеварительной системы
Нитраты	45 мг/л	Поверхностные воды (в основном под сельскохозяйственными угодьями, удобряемыми азотными удобрениями), загрязненные трубы	Заболевания крови, сердечно-сосудистой системы, метгемоглобинемия у новорожденных
Медь	1,0 мг/л	Загрязненные природные источники, материалы водопроводных конструкций	Неблагоприятное воздействие на печень, почки, желудочно-кишечный тракт и слизистые

2.2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ абиотических и биотических факторов местообитания ПРИ ПОМОЩИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ часто называют биоиндикацией (лат. - indicare - указывать).²

Растения – чувствительный объект, подверженный прямому воздействию одновременно двух сред: почвы и воздуха. А в связи с тем, что они ведут прикрепленный образ жизни, состояние их организма отражает экологическую обстановку конкретного местообитания.

В городских условиях имеются специфические вредные воздействия, и в первую очередь к ним следует отнести химические. В городах широко распространено отравление корней деревьев при их близком расположении к неисправным канализационным установкам, выгребным ямам, сточным трубам и канавам, газовым трубам, а также в тех случаях, когда вблизи них находится мусор или материалы, содержащие ядовитые вещества. При неисправности канализационных труб, выгребных ям и тому подобного, вещества могут отравлять корни непосредственно, а органические, обычно разлагаясь, выделяют ядовитые для корней газы или способствуют развитию вредной микро- и микофлоры.

Длительный процесс отравления корней вызывает их отмирание, затем усыхание вершины и в дальнейшем гибель дерева.

Отравление корней может вызываться также газами, содержащимися в воздухе. Обычно эти газы отравляют листья, но при большом скоплении в воздухе вредных газов, последние попадают в почву в виде ядовитых растворов при выпадении атмосферных осадков.

Отравление кроны деревьев наблюдается в резкой форме в тех случаях, когда вблизи зеленых насаждений расположены фабрики, заводы, электростанции, станции железных дорог и т. д. Выходящий из труб дым может содержать различные ядовитые вещества в газообразном состоянии и смолистые вещества. Эти газы действуют на наружные покровы и проникают через устья листьев или непосредственно через эпидермис, если

² Федорова А. И. и Никольская А. Н., 2001 г.

концентрация кислот высока. Происходит отравление клеток листьев и, как следствие нарушение деятельности растения в целом. (Журавлев И. И., 1964)

Некоторые из примесей, содержащихся в воздухе (диоксид серы, оксид углерода, оксид азота и летучие органические соединения), особенно опасны для растений. Один из них, сернистый газ, который, кстати, является основным загрязнителем воздуха.

Сернистый газ, попадая в клетки растений, нарушает их ферментативную деятельность, вызывает свёртывание коллоидов цитоплазмы, изменяет обмен веществ. Вредное действие сернистого газа сказывается уже при его концентрации в 0,0001%. Особенно тяжело переносят загрязнение атмосферного воздуха в условиях города хвойные деревья, а вот лиственные более стойкие, поэтому могут расти даже в загрязнённых районах. Поэтому именно их используют при озеленении промышленно развитых городов.

Наиболее чувствительными к атмосферным изменениям, связанным с влиянием антропогенных факторов считаются древесные породы. Деревья обладают высокой экологической пластичностью, то есть способны выживать даже на сильно загрязнённых участках, и широкой нормой реакции, но при этом листовая пластинка древесных растений реагирует на различные токсические примеси, которые присутствуют в окружающей среде, изменением симметрии, причем этот эффект более выражен у листьев сложной конфигурации, с большим периметром.

В соответствии с этим, организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых так тесно коррелируют с определенными факторами среды, что могут применяться для их оценки, называют биоиндикаторами. При биоиндикации изменения биологической системы всегда зависят как от антропогенных, так и от природных факторов среды. Эта система реагирует на воздействие среды в целом в соответствии со своей предрасположенностью, то есть такими внутренними факторами, как условия

питания, возраст, генетически контролируемая устойчивость и уже присутствующими нарушениями.

Своими корнями использование живых организмов в качестве чувствительных к загрязнению окружающей среды уходит в древние века. Еще античные ученые сделали первые наблюдения: именно они обратили внимание на связь условий произрастания растений с их обликом. Широко известную работу «Природа растений», написал Теофраст, живший в 327 – 287 гг. до н. э., в ней содержится немало советов о том, как судить о свойствах земель по характеру растительности. В трудах римлян Плиния Старшего и Катона можно встретить аналогичные сведения.

Еще в I в. до н. э. Колумелла сформулировал идею биоиндикации с помощью растений: *«Рачительному хозяину подобает по листве деревьев, по травам или по уже поспевшим плодам иметь возможность здраво судить о свойствах почвы и знать, что может хорошо на ней расти»*. Получив название ландшафтной биоиндикации, это направление, ныне, успешно используется в практических целях.

По словам Кашина, Иванова (1980), «растения являются высокоинформативным индикатором уровня доступных форм химических элементов в окружающей среде и основным источником их для человека и животных. В связи с этим они представляют большой интерес в качестве эффективных объектов при экологическом мониторинге загрязнения окружающей среды ...»³. У.Д. Мэнинг и У.А. Федер (1985) определяют растение-индикатор как «растение, у которого признаки повреждения появляются при воздействии на него фитотоксичной концентрации одного загрязняющего вещества или смеси таких веществ. Индикаторными могут быть так же те растения, которые аккумулируют в тканях загрязняющие вещества или продукты метаболизма, получаемые в результате взаимодействия растения и загрязняющего вещества. Не может

³ Горышина Т. К. Экология растений / М.: Высшая школа, 1991. -с.310-315

недооцениваться роль растений, как объектов генетических исследований, поскольку лишь благодаря им были установлены основные положения и принципы генетики и цитогенетики.

Симметрия – это соразмерность, одинаковость в расположении частей чего-нибудь по противоположным сторонам от точки, прямой или плоскости.

В природе встречаются разные типы симметрии. Но наиболее распространена осевая или зеркальная симметрия. Большинство живых организмов двусторонне симметричны, т.е. через их тело можно провести только 1 ось, которая поделит это тело на 2 одинаковые половины: правую и левую. Примером может служить человеческая фигура: левая и правая рука, нога, ухо, глаз. Но так ли уж симметрично тело человека? Мы знаем, что, правая рука развита лучше левой у правой (у левой - наоборот.)

Ученые провели исследование симметрии человеческого лица, для этого они разрезали фотографию по оси симметрии, одну из половинок помещали в компьютер, и с его помощью достраивали недостающую половинку. На экране монитора было новое лицо. Человек не узнавал себя!

Кажущееся симметричными листья березы на самом деле далеко не симметричны. Причиной возникновения асимметрии (несимметричности) развития, обычно являются факторы окружающей среды. В последнее время окружающая среда серьезно изменилась из-за все возрастающего влияния на нее человека.

Лист - один из основных органов высших растений, выполняющий функции фотосинтеза, газообмена и транспирации. Листья многих растений обладают свойством симметричности относительно центральной жилки. Благодаря симметричности в листьях происходит равномерный процесс фотосинтеза и образования органических веществ. При нарушении симметрии листьев растение не в состоянии полноценно развиваться, в результате чего происходит их изменение или отмирание. Известно, что большинство организмов стремится к билатеральной, то есть двусторонней симметрии. Симметричные организмы в своём развитии более стабильны,

поскольку не испытывали каких-либо стрессовых воздействий, а асимметричные – напротив, развивались в какой-то стрессовой ситуации.⁴

Листья растений являются сильным воздушным насосом дерева, обеспечивающие поглощение и накопление значительного количества поллютантов⁵. Аккумуляция поллютантов в живом организме приводят к модификации строения тканей и органов⁶. Тем самым диагностические признаки видов изменяются.

Таким образом, лист растения является высокопластичным органом, и характер изменчивости его морфологической структуры может служить индикатором загрязнения внешней среды⁷. Поэтому, анатомо-морфологические особенности листа относятся к одним из основных диагностических показателей качества окружающей среды. Особенности изменения морфологии листа, сложившиеся в филогенезе и онтогенезе, обуславливают различную устойчивость растений и свидетельствуют об ухудшении среды обитания в результате загрязнения. Сравнивая показатели изменчивости листа у растений из разных районов городов и условно чистых экосистем, можно судить об уровне антропогенного воздействия на них в указанных районах, а данные использовать для мониторинга качества среды.

В настоящее время для оценки уровня загрязнения и его влияния на здоровье людей используется система химико-аналитического контроля.

Эта система не дает объективной оценки влияния загрязнителей на человека и биоту. Дело в том, что, используя такой подход, мы должны определить содержание многочисленных компонентов загрязняющих

⁴ Константинов Е.Л. Анализ уровня стабильности развития березы бородавчатой, как метод биоиндикации качества среды. Сб. тр. Молодых ученых. Саратов, 1997. [электронный ресурс].

⁵ Здоровье среды: практика оценки/ В.М. Захаров [и др.]. – М.: Центр экол. Политики России, 2001. – 318 с.

⁶ Хузина Г.Р. Влияние урбаноcреды на морфометрические показатели листа березы повислой (*BETULA PENDULA ROTH*) /Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле, Вып. 3, 2010. С. 53–57

⁷ Низкий С.Е., Сергеева А.А. Флуктуирующая асимметрия листьев берёзы плосколистной (*Betula Platyphyl lasukacz.*) как критерий качества окружающей среды//Вестник КрасГАУ, 2015. - No7. – С.14-17

веществ в разных природных средах, затем сравнить их концентрации с предельно допустимыми и на этой основе сделать вывод об "опасности" или "безопасности" для биоты и человека комплексного воздействия всех этих факторов.

Таким образом, биоиндикация является наиболее эффективным методом для оценки состояния окружающей среды.

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ:

Я прекрасно понимаю, чего не хватает
для того, чтобы действительно начать
борьбу за охрану окружающей среды:
общего сознания опасности.

Жак Ив Кусто

3. 1. Объект и методы исследований

Объектом наблюдений и исследований являются отдельные территории Подмосковья (фото смотреть в приложении).

Для достижения цели и решения задач, поставленных в работе, были использованы следующие **методы**:

Изучение литературного материала:

Основы экологии как науки; влияние человека на состояние окружающей среды; методики, для проведения экспериментов с пробами.

Метод взятия проб:

Заложены экспериментальные площадки для взятия проб. Пробы воды и снега отбирались в пластмассовую тару; листья собирались в полиэтиленовые пакеты. Результаты качественного анализа заносились в сводную таблицу.

Метод наблюдений:

На экспериментальных площадках проводилось изучение внешнего вида снежного покрова и воды с определением органолептических показателей. Результаты наблюдений заносились в сводную таблицу.

Метод лабораторных исследований (визуальные наблюдения и химические опыты):

Проводились исследования взятых проб снега и воды, которые невозможно определить в полевых условиях. Вода из реки, талая вода фильтровалась, описывались загрязняющие пробу вещества. Вода проб выпаривалась и проводилась описание осадка. По воде и снегу проводились исследования: органолептических свойств, а также на наличие различных ионов.

Метод аналитической обработки результатов:

Все полученные результаты были проанализированы, рассчитаны средние показатели по всем критериям, которые учитывались при анализе результатов исследования.

Работа осуществлялась в несколько этапов:

1 этап - информационно-исследовательский

- изучение литературы по данной теме, знакомство с методиками исследований.

2 этап - практический

- работа в полевых условиях (закладка экспериментальных площадок. взятие проб), работа в лабораторных условиях.

3 этап - аналитическо-оформительский

- обработка собранной информации и оформление материалов исследовательской работы.

3.2. Методики исследований воды (из реки и снегового покрова)

3.2.1. Описание внешнего состояния снежного покрова

Цель: изучить состояние снежного покрова на пробных площадках, сделать описание внешнего состояния снега, определить его физические характеристики.

Методика: выбирать пробную площадку размером 1,5 x 1,5 м. Внимательно рассмотреть внешний вид снега (цвет, вид, влажность, твёрдость). Вид и цвет устанавливают визуально.

Градации цвета снега: белый, беловато-серый, серый, голубовато-серый.

Категории вида: свежевыпавший, ледяная корка, мелкозернистый, крупнозернистый.

По влажности снег подразделяют на сухой (образует непрочные комья, сыпается с лопаты, большей частью рыхлый и рассыпчатый) и влажный (очень липкий, хорошо лепится в снежок, может образовывать крупные

шары и глыбы).

Под *твёрдостью* снега понимают его сопротивление вдавливанию очень мягкий (проникает четыре пальца), мягкий (проникает один палец), твёрдый (проникает карандаш), очень твёрдый (проникает линейка или лезвие ножа).

3.2.2. Определение органолептических показателей

Органолептические свойства воды - это физические показатели, которые определяются с помощью органов чувств.

Требования и нормативы к питьевой воде.

ПОКАЗАТЕЛИ.	ТРЕБОВАНИЯ И НОРМАТИВЫ.
Плавающие примеси (вещества).	На поверхности исследуемой воды не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минералов, масел и скопления других примесей.
Запахи, привкус	Вода не должна приобретать запахов и привкусов интенсивность более одного балла
Окраска.	Не должна обнаруживаться в столбце высотой 20 см.
Реакция (рН).	Не должна выходить за предел рН 6,5-8,5.

Цель: провести качественный анализ снежного покрова и воды; определить цвет, запах, мутность, прозрачность, наличие твёрдых загрязнителей.

Методика. Для выполнения работы необходимо заранее взять пробу снега или воды на выбранной экспериментальной площадке. Пробы снега и воды необходимо отбирать в пластмассовые или стеклянные емкости химическими стаканами (не руками).

Ход работы: рассмотреть талую воду и воду из водоема; отметить цвет, прозрачность и наличие взвесей. Затем воду профильтровать, описать загрязняющие вещества, которые можно обнаружить на фильтровальной бумаге. Выпарить по несколько капель воды из пробирки на покровном стекле; описать наблюдаемые осадки.

Исследование цветности воды.

Чистая вода бесцветная, а если вода имеет оттенок, то это значит, что вода непригодна для питья. Цвет воды зависит от наличия в ней примесей минерального и органического происхождения – гуминовых веществ,

перегноя, которые вымываются из почвы и придают окраску воде от жёлтой до коричневой. Окись железа окрашивает воду в жёлто – бурый и бурые цвета, глинистые примеси – в желтоватый цвет. Цвет воды может быть связан со сточными водами или органическими веществами.

Результаты качественного исследования цветности воды описывают словесно (бесцветная, светло-желтая, бурая и т.п.). При отсутствии окраски вода считается бесцветной.

Оборудование: стеклянная пробирка.

Ход работы: в прозрачную стеклянную пробирку налить 8-10 мл. исследуемой воды. Рассмотреть её на свету, определить цвет.

Определение прозрачности воды.

Прозрачность и мутность воды определяется по её способности пропускать видимый свет. Степень прозрачности воды зависит от наличия в ней взвешенных частиц минерального и органического происхождения. Вода со значительным содержанием органических и минеральных веществ, становится мутной. Мутная вода плохо обеззараживается, в ней создаются благоприятные условия для сохранения и развития различных микроорганизмов, в том числе и патогенных. Мерой прозрачности служит высота водяного столба, сквозь который еще можно различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа. Метод дает лишь ориентировочные результаты.

Оборудование: стеклянный градуированный цилиндр с плоским дном; стандартный шрифт с высотой букв 3,5 мм.

Ход работы: определение проводят в хорошо освещенном помещении, но не на прямом свету, на расстоянии 1 м. от окна. Цилиндр помещают неподвижно над стандартным шрифтом. Цилиндр наполняют хорошо перемешанной пробой исследуемой воды, следя за чёткостью различения шрифта до тех пор, пока буквы, рассматриваемые сверху, станут плохо различаться. Высота водяного столба в сантиметрах, сквозь который текст можно прочесть, считается значением прозрачности воды.

Оценка результатов: измерение повторяют 3 раза и за окончательный результат принимают среднее значение, измеренное с точностью до 0,5 см. Вода по прозрачности, бывает прозрачная, малопрозрачная, непрозрачная. Так, прозрачность питьевой воды должна быть не менее 30 см.

Исследование мутности.

Оборудование: стеклянная пробирка.

Ход работы: взболтать воду и налить её в пробирку, чтобы высота воды была равна 10 см., рассмотреть воду на свету, определить уровень мутности.

Оценка результатов: мутность воды может быть слабая, заметная, сильная.

Исследование осадка воды.

Оборудование: стеклянная пробирка.

Ход работы: рассмотреть исследуемую воду на свету.

Оценка результатов: осадок воды характеризуется: количественно – по толщине слоя; по отношению к объёму пробы воды – ничтожный, незначительный, заметный, большой; качественно – по составу: аморфный, кристаллический, хлопьевидный, илистый, песчаный.

Определение характера и интенсивности запаха.

Запах оценивается в баллах. Водой, не имеющей запаха, считается такая, запах которой не превышает 2 баллов. Запах обусловлен в первую очередь серо- и азотсодержащими органическими соединениями, образующимися в результате разложения органических веществ (как правило, отмершими растениями или экскрементами) в бескислородных и малоокислородных условиях. Вода с выраженным запахом непригодна для жизни микроорганизмов, так как, либо ядовита, либо не содержит кислорода.

Оборудование: коническая колба ёмкостью 150–200мл.

Ход работы: 100 мл исследуемой воды при комнатной температуре наливают в колбу. Накрывают притертой пробкой, встряхивают вращательным движением, открывают пробку и быстро определяют характер

и интенсивность запаха. Затем колбу нагревают до 60°C на водяной бане и также оценивают запах.

Интенсивность запаха воды определяют при 20 и 60°C и оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы. Запах питьевой воды не должен превышать 2 балла

Оценка результатов: характер запаха определяется визуально, интенсивность запаха определяется в баллах, используется таблица.

Характер запаха воды

ХАРАКТЕР ЗАПАХА	АНАЛОГ ЗАПАХА
Неопределенный	Нет аналога
Травянистый	Запах сена, покоса
Сероводородный	Тухлых яиц
Затхлый	Плесени, застойного воздуха
Прелый	Свежевспаханной земли
Древесный	Коры деревьев, мокрых опилок
Фекальный	Сточных вод, гнили
Болотный	Тины, ила, цветущей застойной воды
Ароматный	Цветов, огурцов, яблок

Интенсивность запаха воды

БАЛЛ	ИНТЕНСИВНОСТЬ ЗАПАХА	ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАХА
0	Отсутствует	
1	Очень слабый	Может быть зафиксирован только опытным исследователем в лаборатории
2	Слабый	Ощущается не сразу, но чувствуется, если сосредоточиться
3	Ощутимый	Обнаруживается без труда
4	Отчётливый	Чувствуется отчетливо
5	Очень сильный	Интенсивный, сразу ощущается

Определение вкуса воды

Оценку вкуса воды проводят у питьевой природной воды при отсутствии подозрений на ее загрязненность. Различают 4 вкуса: солёный, кислый, горький, сладкий. Остальные вкусовые ощущения считаются привкусами (солонватый, горьковатый, металлический, хлорный и т.п.)

ИНТЕНСИВНОСТЬ	ХАРАКТЕРИСТИКА ВКУСА И ПРИВКУСА	БАЛЛ
Отсутствует	Вкус и привкус не ощущаются	0
Очень слабая	Вкус и привкус не ощущаются потребителем, но обнаруживается опытным исследователем	1
Слабая	Вкус и привкус замечаются потребителем, если обратить на это его внимание	2
Заметная	Вкус и привкус побуждают дать неодобрительную оценку воде	3
Отчетливая	Вкус и привкус заставляют воздержаться от питья	4
Очень сильная	Вкус и привкус вызывают отвращение к воде	5

Ход работы: при определении вкуса и привкуса анализируемую воду набирают в рот (после определения запаха) и задерживают на 3–5 секунд, не проглатывая. После определения вкуса воду сплевывают.

Оценка результатов: интенсивность вкуса и привкуса оценивают по 5-балльной шкале. Для питьевой воды допускаются значения показателей вкуса и привкуса не более 2 баллов. (Приложение).

Определение наличия примесей и осадка.

Этот показатель качества воды определяют путем отстаивания воды.

Оборудование: плоскодонная колба для отстаивания.

Ход работы: в двухлитровую колбу набирают исследуемой воды, взбалтывают, поставив на стол, отстаивают 1-2 часа. После этого характеризуют осадок в градации: отсутствует, незначительный, заметный, большой. Если осадок есть, определяют его характер (хлопьевидный, песчаный, илистый и т.д.) и цвет, а также описывают осветление воды над осадком. Наличие масел оценивают визуально – об этом свидетельствуют жирные пятна на поверхности воды.

Оценка результатов: описывают визуально полученные данные и заносят результаты в таблицу.

3.2.3. Химические методы определения качества воды.

Определение водородного показателя воды (рН).

В природных водах рН колеблется в пределах от 6,5 до 9,5. норма – 6,5–8,5. Если рН воды ниже 6,5 или выше 8,5, то это указывает на её загрязнение сточными водами.

Вода, сильно загрязненная органическими веществами животного происхождения и продуктами гниения, обычно имеет щелочную реакцию ($\text{pH} > 7$), а вода, загрязнённая стоками промышленных предприятий, – кислотную ($\text{pH} < 7$).

Оборудование: пробы воды, универсальная индикаторная бумага; цветная шкала рН.

Ход работы: смочить индикаторную бумагу в исследуемой воде и цвет её сравнить со стандартной бумажной цветной индикаторной шкалой. Время выдержки бумаги в воде около 20 секунд.

Оценка результатов: рН определяется с помощью универсальной индикаторной бумаги, сравнивая ее окраску со шкалой.

а) Если концентрация ионов водорода H^+ и гидроксид-ионов OH^- в воде одинакова, её $\text{pH} = 7$, водная среда считается нейтральной;

б) Если ионов H^+ больше, чем гидроксид-ионов, то $\text{pH} < 7$, вода имеет кислотную реакцию;

в) Если же концентрация гидроксид-ионов превышает концентрацию ионов H^+ , то $\text{pH} > 7$, такая вода обладает основной, или щелочной реакцией.

Определение содержания ионов железа.

Оборудование: пробы воды, концентрированная азотная кислота, 20% раствор роданида аммония.

Ход работы: отобрать пробу воды из родника. В 10 мл воды добавить 2 капли концентрированной азотной кислоты и нагреть, после охлаждения добавить 1 мл 20% раствора роданида аммония. При содержании железа в воде 0.1 мг/л появляется розовое окрашивание, а при более высоком –

красное. Предельно допустимая концентрация общего железа в воде водоемов и питьевой воды составляет 0.3 мг/л.

Оценка результатов: визуальное определение приблизительной концентрации железа в исследуемом растворе (с использованием таблицы).

Примерное определение ионов Fe^{3+} в пробах снега

Окрашивание, видимое при рассмотрении пробирки сверху вниз на белом фоне	Примерное содержание ионов железа (Fe^{3+})
Отсутствие	менее 0, 05
Едва заметное желтовато-розовое	от 0, 05 до 0, 1
Слабое желтовато-розовое	от 0, 1 до 0, 5
Желтовато-розовое	от 0, 5 до 1, 0
Желтовато-красное	от 1, 0 до 2, 5
Ярко-красное	более 2, 5

Определение содержания ионов хлора

Много хлоридов попадает в водоемы со сбросами хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. Количество хлоридов зависит от характера пород, слагающих бассейны. Хлорид-ионы можно обнаружить с помощью 10% раствора нитрата серебра.

Оборудование: 10% раствора нитрата серебра, пробирка.

Ход работы: в пробирку налить 5 мл. исследуемой воды и добавить 3 капли 10% раствора нитрата серебра.

Оценка результатов: приблизительное содержание определяется по осадку или помутнению. Помутнение будет тем значительнее, чем больше концентрация хлорид-ионов в воде. ПДК хлоридов в водоемах допускается до 350 мг/л.

Определение содержания хлоридов.

Осадок или помутнение	Концентрация хлоридов, мг/л
Опалесценция или слабая муть	1-10
Сильная муть	10-50
Образуются хлопья, но осаждаются не	50-100

сразу	
Белый объемный осадок	Более 100

Определение содержания сульфат-ионов.

Оборудование: 5%-ный раствор хлорида бария, раствор соляной кислоты, пробирка.

Ход работы: в пробирку вносят 10 мл исследуемой воды, прибавляют 2–3 капли соляной кислоты и приливают 0,5 мл раствора хлорида бария.

Оценка результатов: по характеру выпавшего осадка определяют ориентировочное содержание сульфатов: при отсутствии мути – концентрация сульфат-ионов менее 5 мг-л; при слабой мути, появляющейся через несколько минут, – 5–10 мг-л; при слабой мути, появляющейся сразу – 10–100 мг-л; сильная, быстро оседающая муть свидетельствует о достаточно высоком содержании сульфатов (более 100 мг-л). ПДК сульфатов в водоемах – источниках водоснабжения допускается до 500 мг/л.

Определение содержания сульфатов.

Осадок или помутнение	Концентрация сульфатов, мг/л
Муть отсутствует	менее 5
Слабая муть, появляющаяся через несколько минут	5 - 10
Слабая муть, появляющаяся сразу	10 - 100
Сильная муть, быстро оседающая	более 100

Определение ионов меди Cu^{2+} (качественное)

Оборудование: пробирка, конц. р-р аммиака.

Ход работы: в фарфоровую чашку поместить 3-5 мл воды, выпарить досуха, затем прибавить 1 каплю концентрированного раствора аммиака NH_3 .

Оценка результатов: появление интенсивно синего цвета свидетельствует о появлении меди: $\text{Cu}^{2+} + 4\text{NH}_4\text{OH} = [\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$

Обнаружение органических веществ

Признаки наличия органических веществ:

- радужная плёнка на поверхности воды;
- масляное пятно на фильтровальной бумаге после высыхания;
- обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия.

Оборудование: пробирка, 5% раствор перманганата калия KMnO_4 , серная кислота

Ход работы: в исследуемую воду прибавляют несколько капель 5% раствора перманганата калия KMnO_4 .

Оценка результатов: исчезновение окраски в исследуемой воде указывает на присутствие в ней органических веществ (иногда неорганических восстановителей).

Определение ионов магния

Оборудование: пробирки, растворы хлорида аммония, гидрофосфата натрия, аммиака.

Ход работы: к исследуемым образцам добавить по 5 капель растворов хлорида аммония, гидрофосфата натрия, аммиака.

Оценка результатов: появление белого кристаллического осадка аммоний-магниев-фосфата свидетельствует о наличии в воде ионов магния.

3.3. Результаты исследования воды и снега

Внешний вид снежного покрова

Таблица 1

Точка взятия пробы	Время взятия пробы	Мощность слоя, см.	Вид снега	Цвет снега	Влажность	Твёрдость	Примечания
ДПК Новь	Середина зимы	60 см	крупно зернистый	белый	низкая влажность	мягкий	частицы пыли
	Конец зимы	45 см	крупно зернистый; ледяная корка	белый	высокая влажность	твёрдый	много частиц пыли

ЖК Западное Кунцево	Середина зимы	50 см	крупно- зернистый	белый	низкая влажность	мягкий	чистый
	Конец зимы	30 см	спрессованный	серо- ватый	высокая влажность	твердый	Частицы пыли и грязи
поселок Миллениум Парк(Игорь)	Середина зимы	75 см	Крупно- зернистый	белый	Низкая влажность	мягкий	чистый
Поселок миллениум парк(Ева)	Середина зимы	65 см	Крупно- зернистый	белый	Высокая влажность	мягкий	чистый

Органолептический анализ талой воды

Таблица 2

Точка взятия пробы	Время взятия пробы	Цвет	Прозрачность (мутность)	Интенс ивность и х-р запаха	Вкус	Наличие примесей/ осадка
ДПК Новь	Середин а зимы	слабоже лтая	прозрачная	0	0	Небольшой осадок
	Конец зимы	Жёлтого оттенка нет	прозрачная	2 (земельн ый)	2 (травяно ый)	Большое количество осадка
ЖК Западное Кунцево	Середин а зимы	Слабо- желтый	прозрачный	2 (бензино вый)	2 (бензино вый)	чистый
	Конец зимы	желтый	прозрачный	2 (бензино вый)	2 (бензино вый)	нет
поселок Миллениум Парк (Игорь)	Середин а зимы	белый	Прозрачный	0	0	нет
Поселок Миллениум парк (Ева)	Середин а зимы	белый	прозрачный	2 (болотн ый)	0	большое количество осадков
	Конец зимы	белый	прозрачный	0	0	Среднее количество осадков

Химический анализ снега (талой воды)

Таблица 3

Точка взятия пробы	Время взятия пробы	pH	Органич. вещ-ва	Cl ⁻ мг/л	SO ₄ ²⁻ мг/л	Fe ³⁺ мг/л	Cu ²⁺	Mg ²⁺
ДПК Новь	Середина зимы	5 - 6	нет	1-10	5 - 10	от 0,05 до 0,1	нет	нет
	Конец зимы	6	нет	1-10	менее 5	от 0,05 до 0,1	нет	Слабое сод-ние
ЖК Западное Кунцево	Середина зимы	5	нет	1-10	менее 5	менее 0,05	нет	нет
	Конец зимы	5	нет	менее 1	5 - 10	менее 0,05	нет	нет
поселок Миллениум Парк(Игорь)	Середина зимы	5-5.5	нет	50-100	5 - 10	менее 0,05	нет	нет
Поселок Миллениум парк (Ева)	Середина зимы	6	нет	менее 1	менее 5	менее 0,05	нет	нет
	Конец зимы	5	нет	менее 1	менее 5	от 0,05 до 0,1	нет	нет

Органолептический анализ речной воды

Таблица 4

Проба воды	Цвет	Прозрачность (мутность)	Запах	Вкус	Наличие примесей/ осадка
Озеро на территории Западного Кунцево	прозрачная	прозрачная	слабый бензинный запах	нет	без осадка
Коттеджный поселок Миллениум Парк	прозрачная	прозрачная	нет	нет	небольшое кол-во

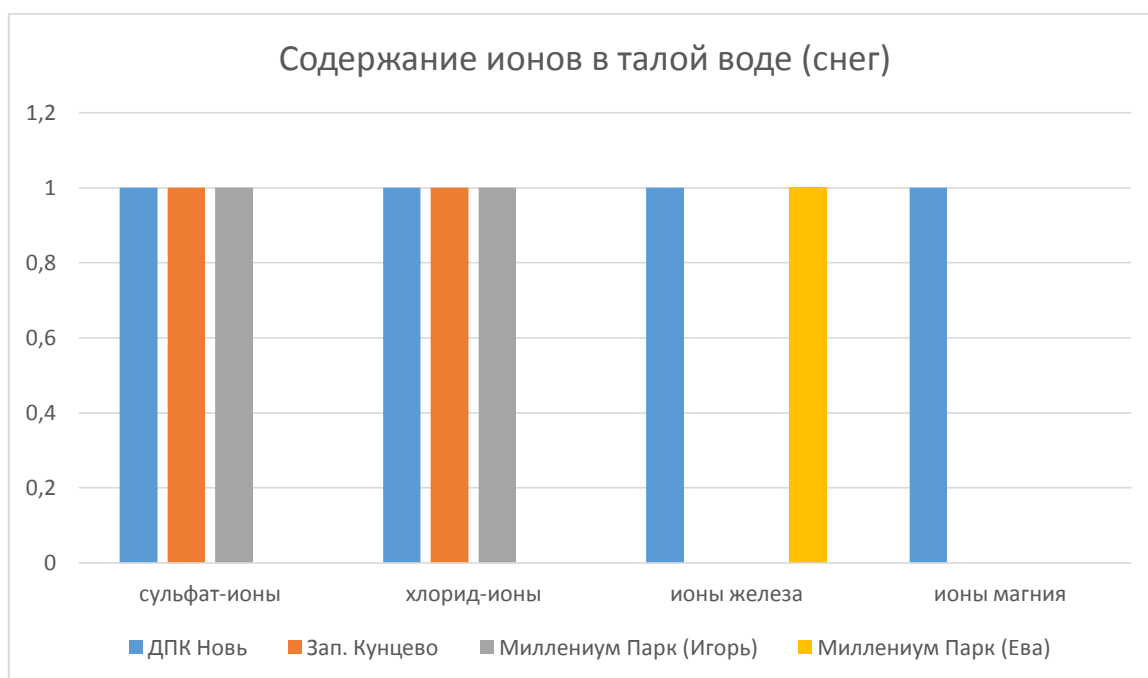
Химический анализ речной воды

Таблица 5

Место взятия пробы	Реакция среды рН	Орг-кие вещества	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Fe ³⁺	Cu ²⁺	Mg ²⁺
Озеро на территории Западного Кунцево	6 - 7	нет	менее 1 мг/л	5 -10 мг/л	менее 0, 05	нет	нет
Коттеджный поселок Миллениум Парк	5-6	нет	1-10 мг/л	5 -10 мг/л	менее 0, 05	нет	Незначительное кол-во

Выводы

На основании анализа данных сводных таблиц исследовательской работы было выяснено, что состояние воды и снежного покрова на исследуемых территориях соответствует показателям близким к норме, так как серьёзных отклонений по изученным показателям не выявлено.



Исследование снега показало наличие почти во всех взятых пробах сульфат- и хлорид-ионов (кроме территории, поселка Миллениум парк (Ева)) На территории Миллениум парка получены различные результаты. Возможно это связано с тем, что Игорь брал пробы недалеко от территории,

на которой проводятся строительные работы, а территория, на которой брала пробы Ева находится в относительной глубине лесной зоны.

Хотя сульфаты не токсичны для человека, превышение их содержания ухудшает органолептические свойства воды (появляется солоноватый привкус) и оказывает физиологическое воздействие на организм. Эти вещества обладают слабительным эффектом, что приводит к расстройству желудочно-кишечного тракта. Кроме того, в значительной концентрации сульфаты могут вызывать раздражение слизистой оболочки глаз и кожи, особенно если она отличается повышенной чувствительностью, причинять вред волосам. Наличие ионов хлора может привести к нарушению работы пищеварительной системы.

На территории ДПК Новь и поселка Миллениум парк (Ева) обнаружено содержание ионов железа. Сами по себе ионы железа не оказывают отрицательного влияния на организм человека, т.к. входят в состав гемоглобина крови. Избыточное содержание железа может вызвать патологию желудочно-кишечного тракта, заболевания печени, аллергические реакции. Поэтому, длительное употребление воды с содержанием данного иона (а это возможно, т.к. при таянии снега ион железа может попасть в межпластовые воды и далее в водопровод) увеличивает риск инфарктов и негативно влияет на репродуктивную функцию.

Кроме того, сухость и зуд кожи – тоже влияние избыточного железа. Негативно сказывается высокое содержание ионов железа и на водопроводные разводящие сети, приводя к коррозионным процессам, что влечёт к дополнительному ухудшению качества питьевой воды.

Такие результаты связаны с тем, что снежный покров накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. При образовании снежного покрова из-за процессов сухого и влажного выпадения примесей концентрация загрязняющих веществ в снегу оказывается на несколько порядков выше, чем в воде.

3.4. Методика исследований флуктуирующей асимметрии листовой пластинки

Объектом исследования является береза пушистая *Betula pubescens* Ehrh.

Сроки проведения исследования: октябрь 2019 года.

Из большого разнообразия растений было выбрано именно это растение потому что:

Во-первых, береза является одним из наиболее распространенных древесных пород в лесной зоне;

Во-вторых, данные древесные растения в разных зонах Европейской России, сопредельных территорий и стран являются наиболее чувствительными биоиндикаторами⁸.

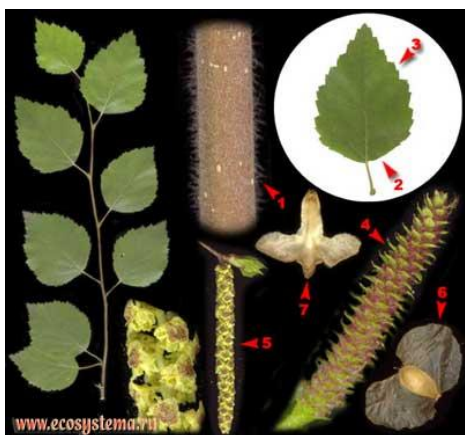
Нарушение морфологии листьев березы исследователи отмечали неоднократно⁹.

В-третьих, эта древесная порода, обладающая высокой поглотительной способностью¹⁰, широко используется для озеленения промышленных площадок.

Исследования велись в соответствии с методическими пособиями:

- 1) А.И. Федорова, А.Н. Никольская «Практикум по экологии и охране окружающей среды», М. «Владос», 2003 год;
- 2) А.С.Боголюбов «Экосистема», 2002 год¹¹.

3.4.1. Биологические, экологические свойства *Betula pubescens* Ehrh.



Берёза пушистая — *Betula pubescens* Ehrh.

См. также: Букун, 1987; Никонов, 2003; Сергейчик, 1984
по экологии и охране окружающей среды», М. «Владос», 2003 год
ой ученых Калужского государственного педагогического
основу данного пособия положены две брошюры Г.А.Шестаковой,
«Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности
развития березы повислой» (Калуга, 1997) и «Методика сбора и обработки материала для оценки
стабильности развития (по 8 видам растений)» (Калуга, 1997)

Один из самых холодостойких видов берёз. От засухи страдает. Листья яйцевидной формы, с округлым, слегка сердцевидным или слабоусеченным основанием, на верхушке острые или заостренные, без оттянутого острия; края двоякозубчатые. Длина листа — 4-6 см, черешки около 2 см.

Рис. 1

Лист плотный, с 6-7 парами боковых жилок. Молодые листья густоопушенные и клейкие, позже становятся сверху голыми, лоснящимися, снизу более бледными, опушенными и с пучками (бородками) волосков в углах жилок.

3.4.2. Методика проведения исследования

Материалом для исследования послужили выборки листьев с березы

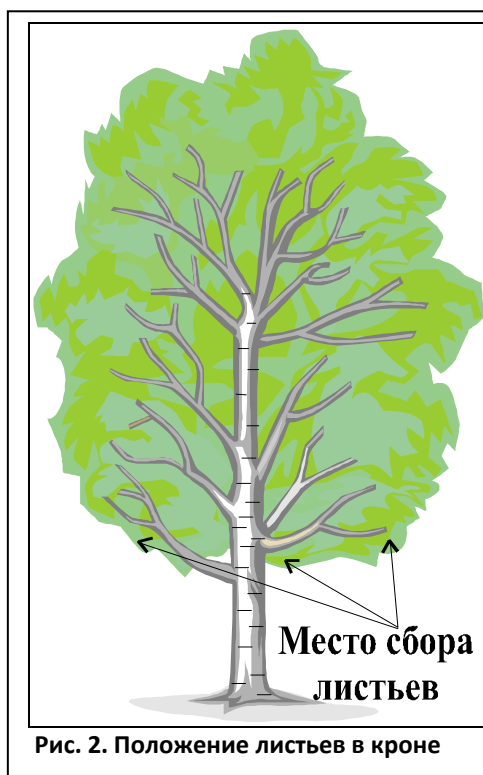


Рис. 2. Положение листьев в кроне

пушистой, собранные в октябре 2018 года. Существует несколько способов измерения площади листьев. По методикам М.С. Миллера (Летние практические...1973) – это весовой, при помощи светочувствительной бумаги, подсчёта квадратиков на миллиметровой бумаге, планиметрический. Модификацией весового метода является разработка Л.В. Дорогань (1994), где предварительно для древесной породы определяют переводной коэффициент, а затем путём измерения длины и ширины листа производят массовое вычисление площади

листьев. Это значительно ускоряет работу, поэтому мы выберем именно этот путь.

В качестве модельного объекта выбирается обычный, широко распространенный вид, в данном случае берёза пушистая. Листья брали из нижней части кроны, на уровне поднятой руки, с максимального количества доступных веток (стараясь задействовать ветки разных направлений, условно - на север, юг, запад, восток) (рис.2). Повреждённые листья могут быть использованы в исследовании, если не затронуты участки, с которых будут сниматься значения промеров.

Используемый метод является, в определенной мере, прорывом в сфере экологического мониторинга, имеет целый ряд преимуществ, существенно отличаясь от всех других, известных к настоящему времени, методов мониторинга (в том числе биологических), и свободен от недостатков, препятствующих широкому практическому их применению.

Для начала мы произвели сбор листьев: листья брали с растений, достигших генеративного возрастного состояния, из одной и той же части кроны с разных сторон растения, на одной высоте.

Изучение листьев проводилось по методике: «Исследование показателя флуктуирующей асимметрии листовой пластинки древесных растений».

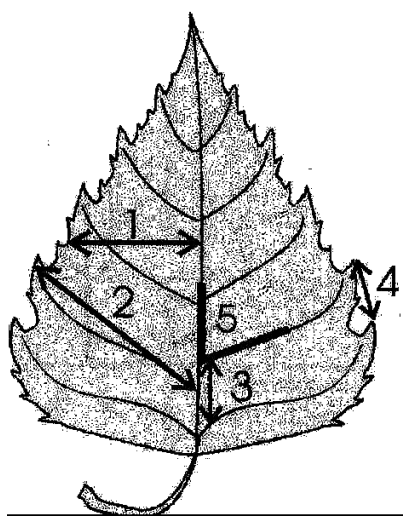
Собранный материал желательно начать обрабатывать сразу же, пока листья не завяли.

В основу методики, используемой при выполнении данной исследовательской работы, положена теория «стабильности развития» («морфогенетического гомеостаза»), разработанная российскими учеными А.В.Яблоковым, В.М.Захаровым и др. Главными показателями изменений гомеостаза морфогенетических процессов являются показатели флуктуирующей асимметрии - ненаправленных различий между правой и левой сторонами различных морфологических структур, в норме обладающих билатеральной симметрией. Такие различия обычно являются результатом ошибок в ходе развития организма. При нормальных условиях их уровень минимален, возрастая при любом стрессирующем воздействии, что и приводит к увеличению асимметрии.

Особенностью стабильности развития является то, что она в большой степени зависит от общей генетической перестройки организма. Оценка флуктуирующей асимметрии билатеральных организмов хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия.

После того, как листья выборки были собраны, нужно было сделать замеры системы признаков для листьев березы. В методике Захарова разработана такая система. Для измерения лист помещали перед собой стороной, обращенной к верхушке побега. С каждого листа снимали показатели по пяти промерам с левой и правой стороны листа (рис. 3).

1 – 5 – промеры листа:



1 – ширина половинки листа (измерение проводили посередине листовой пластинки);

2 – длина второй от основания листа жилки второго порядка;

3 – расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка;

4 – расстояние между концами этих жилок;

5 – угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой второго порядка.

Рис. 3. Схема морфологических признаков

для оценки стабильности развития.

Для измерений требовались самые простые инструменты: измерительный циркуль, линейка и транспортир. Промеры 1 – 4 снимались циркулем – измерителем, угол между жилками (промер 5) измерялся транспортиром.

Полученные результаты заносятся в таблицу. Для пластических признаков (промеров) величина асимметрии рассчитывалась как различие в

промерах слева и справа, отнесенное к сумме промеров на двух сторонах. Популяционная оценка выражалась средней арифметической этой величины.

В первом действии для каждого промеренного листа вычислялись относительные величины асимметрии для каждого признака. Для этого разность между промерами слева (L) и справа (R) делят на сумму этих же промеров: $(L - R) / (L + R)$.

Полученные величины заносились во вспомогательную таблицу №2 в графы 1 – 5.

Во втором действии вычисляли показатель асимметрии для каждого листа. Для этого суммировали значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делили на число признаков.

Результаты вычислений заносили во вспомогательную таблицу № 2 в графу «Величина асимметрии листа».

В третьем действии вычисляли интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляли среднюю арифметическую всех величин асимметрии для каждого растения березы (графа «Величина асимметрии листа»).

Балл	Величина показателя стабильности развития
I	<0,055
II	0,055 – 0,060
III	0,060 – 0,065
IV	0,065 – 0,070

В каждой выборке рассматривали среднюю арифметическую интегрального показателя стабильности развития для всех 10 растений.

Пятибалльная шкала оценки стабильности развития.

Для оценки состояния среды в методике Захарова используются баллы.

Баллов всего пять, и каждый балл выражает качество состояния среды на основе стабильности растений (Захаров В.М., Крысанов Е.Ю. и др.[63–67]),

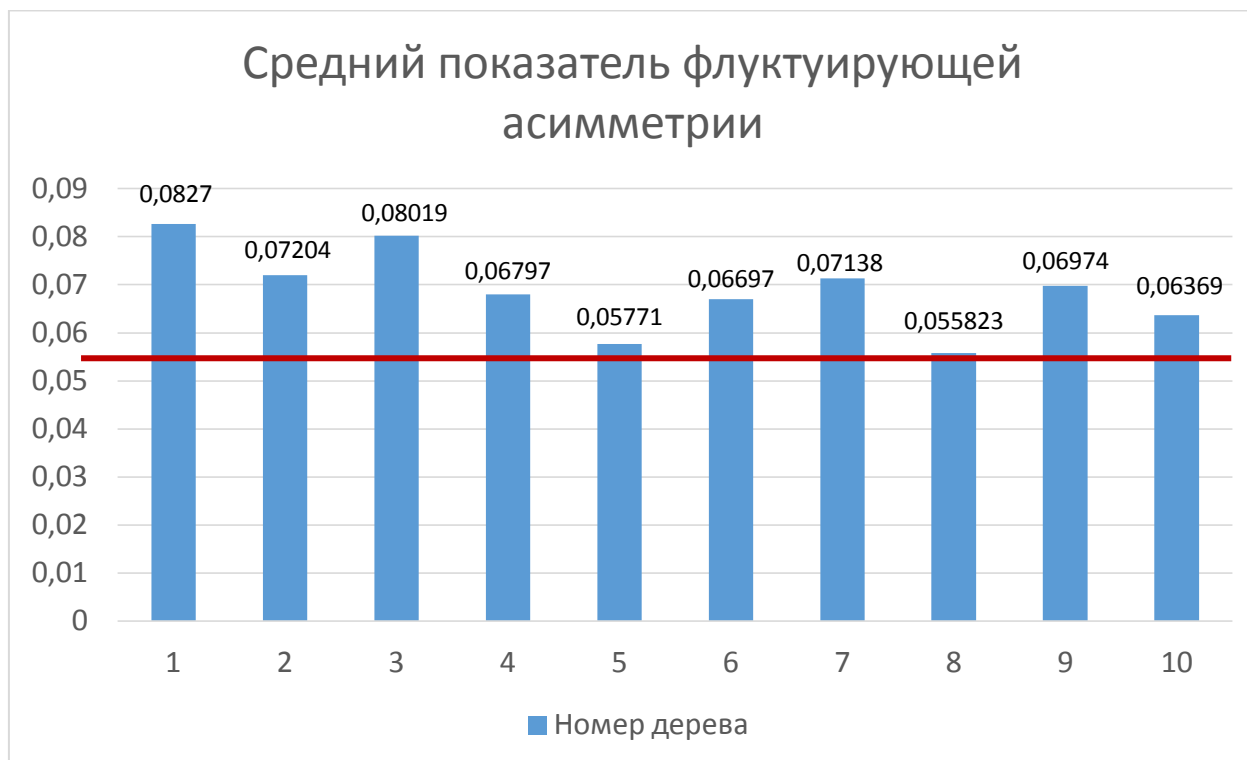
Степень отклонения среды от нормы по нарушению стабильности развития
наиболее массовых (фоновых) видов

Стабильность развития в баллах	Качество среды
1-ый балл	- Условно нормальное
2-ой балл	- Начальные (незначительные) отклонения от нормы
3-ий балл	- Средний уровень отклонений от нормы
4-ый балл	- Существенные (значительные) отклонения от нормы
5-ый балл	- Критическое состояние

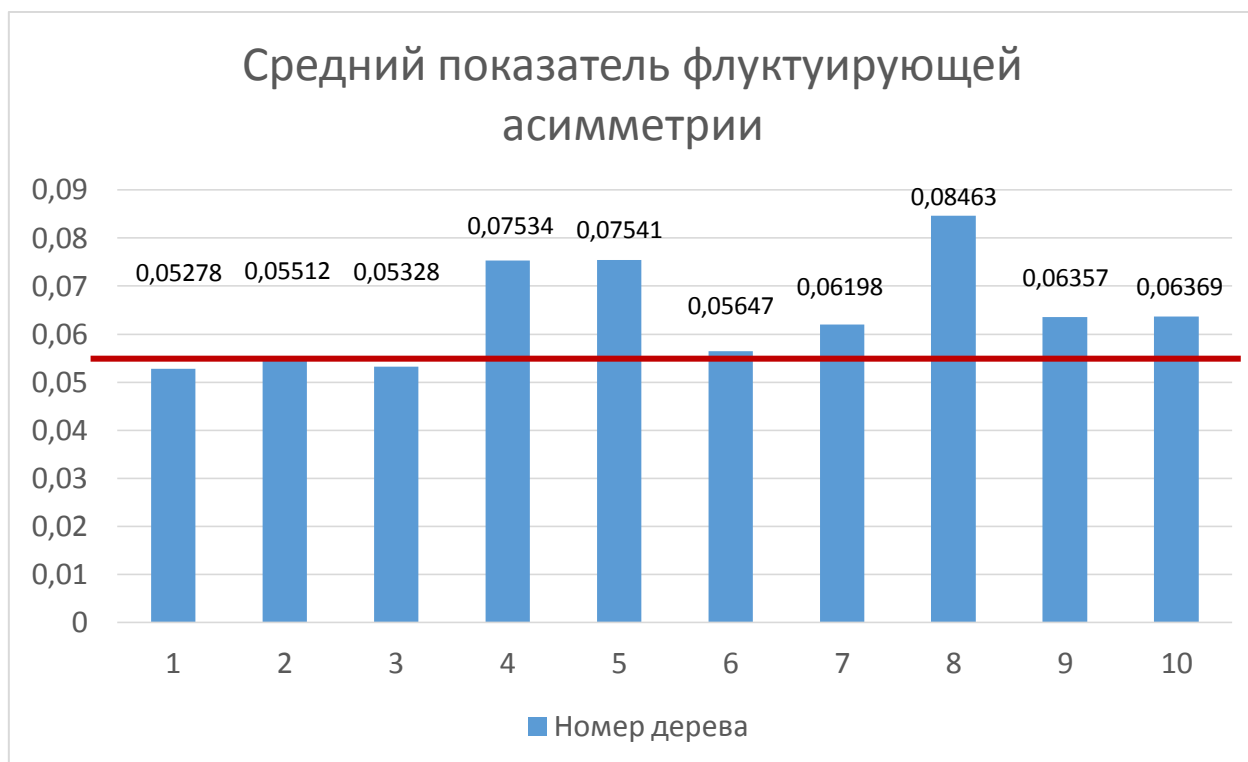
3.4.3. Результаты показателя флуктуирующей асимметрии

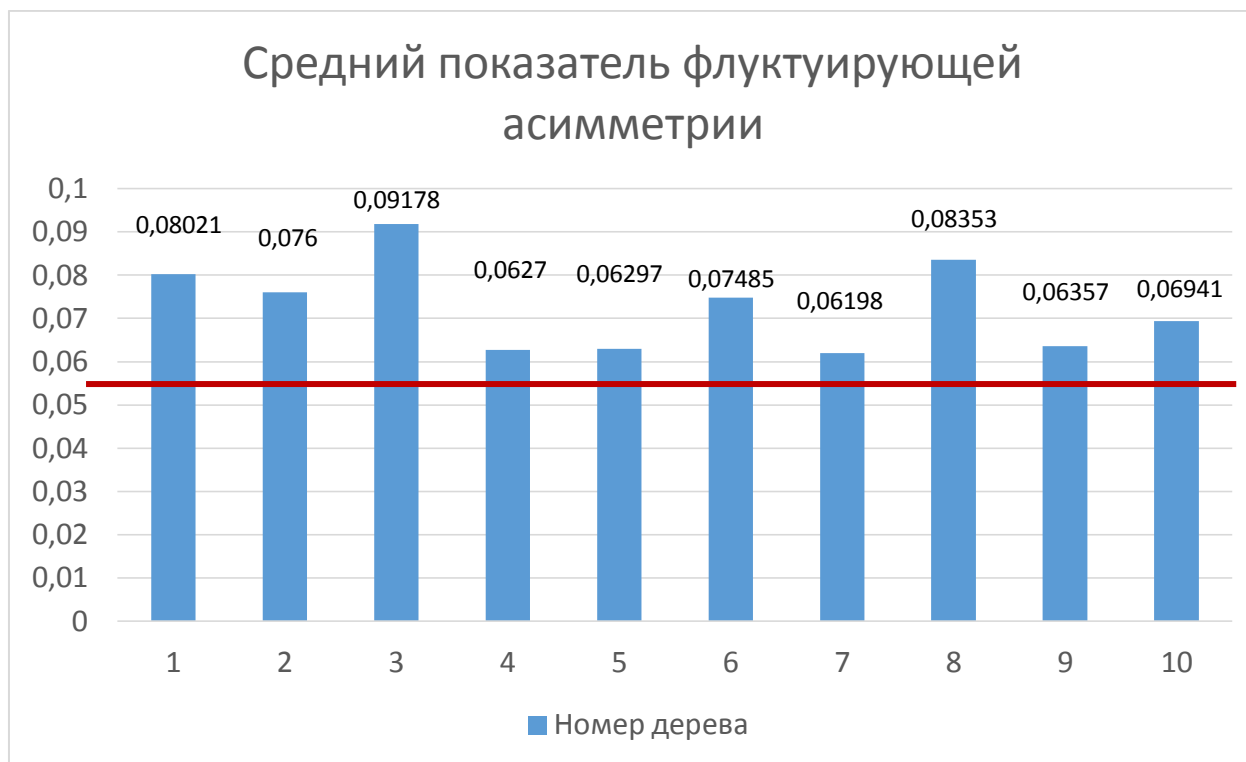
Анализ выборки по 10 деревьям

Территория ДПК Новь



Территория Западное Кунцево



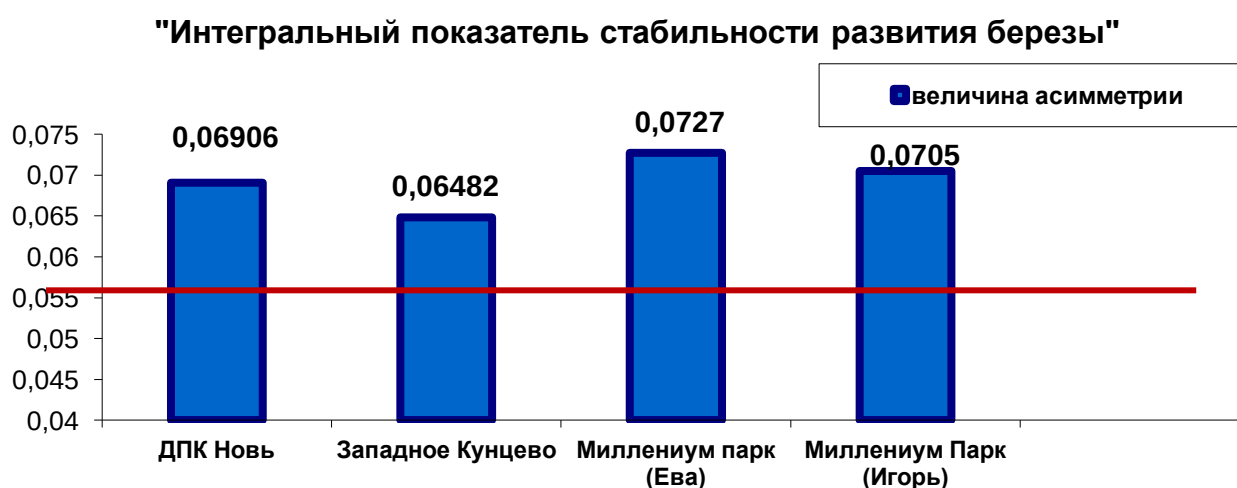


Анализ показателей значений среднего относительного различия на признак (степень асимметричности каждого дерева) на исследуемых площадках территории заказника показал, что деревья с низким I показателем ФА есть только на территориях ДПК Новь и Западное Кунцево. Значения показателя асимметрии, соответствующее третьему, четвёртому и пятому баллам обычно наблюдаются в загрязнённых районах, где здоровье среды оценивается как неблагоприятное и даже критическое.

При таком значении показателя асимметрии растения находятся в угнетённом состоянии. Такие деревья оказались на территории Миллениум парка.

Определение показателя стабильности развития растений на исследуемых территориях

Растение	Контрольная точка	Средняя арифметическая величина асимметрии листа	Показатель стабильности развития, в баллах
береза	ДПК Новь	0,06906	IV
	Территория Западное Кунцево	0,06482	III
	Миллениум парк (Ева)	0,0727	V
	Миллениум парк (Игорь)	0,0705	V



Показатель стабильности развития берёзы на исследуемых территориях различен, самый высокий уровень асимметрии в листьях берёзы – V балл, произрастающих на Миллениум парка, самый низкий (относительно низкий) – III балл – район Западное Кунцево.

Во всех исследуемых районах на стабильность развития могла оказать влияние антропогенная нагрузка. Промышленных предприятий рядом с территорией нет, но районы находятся на стадии строительства. В следствии этого, большое количество проезжающего транспорта, а значит выхлопные газы, выделяемые ими (это связано с тем, что деревья обладают способностью эффективно поглощать загрязняющие вещества, в частности, соединения металлов, в виде аэрозолей за счет диффузионного осаждения последних в полостях и воздушных каналах листовой пластинки).

Также на уровень стабильности развития листьев могли повлиять абиотические факторы: сильный перепад температур и влажности в течение лета и зимы. Кроме этого, в затененных условиях стабильность развития существенно ниже, чем на освещенных участках. Снижение стабильности развития свидетельствует о значительном изменении состояния растений березы, на анализируемых площадках.

4. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.

Анализ полученных результатов исследования показал, что гипотеза об экологической чистоте исследуемых территорий не совсем достоверна. За внешним благополучием в ходе проведенного исследования было установлено:

Физико-химический анализ снега и воды показал, что

- показатель мутности оптимален;
- каких-либо взвешенных частиц в анализируемых пробах не обнаружено;
- пробы воды и снега обладали незначительным привкусом и запахом (бензина – Западное Кунцево; земляным – ДПК Новь и болотным – Миллениум парк);
- химический анализ проб снега показал наличие ионов хлора, железа (III), магния, сульфат-ионов;
- анализ пробы воды дал отрицательный результат на наличие в воде: органических веществ, ионов меди (II);
- в воде из водоема были обнаружены сульфат-ионы (незначительное выпадение белого молочного осадка сульфата бария) и хлорид-ионы (опалесценция при добавлении ионов серебра);
- в воде из водоема территории Миллениум парк обнаружены ионы магния;
- причиной слабо кислой среды снега, вероятнее всего, является, установленное выше, наличие в воде ионов хлора и сульфат-ионов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что пробы воды и снега, пока соответствует требованиям ГОСТ согласно тем критериям, по которым проводилось исследование. Но выявление в анализируемых пробах ионов хлора, железа (III), меди (II), сульфат-ионов в дальнейшем может привести к их накоплению в окружающей среде, и негативно скажется на здоровье

человека. Содержание в воде ионов хлора может привести к нарушению работы пищеварительной системы, ионы меди вызывают неблагоприятное воздействие на печень, почки, желудочно-кишечный тракт и слизистые; ионы железа – неблагоприятное воздействие на слизистые и кожу, аллергические реакции.

Метод физико-химического анализа воды можно считать приемлемым для оценки состояния атмосферы.

Метод биоиндикации показателя флуктуирующей асимметрии древесных растений можно считать приемлемым для оценки состояния атмосферы.

Мы провели исследования листьев древесной породы: берёзы пушистой.

Исследования признаков асимметрии листьев берёзы пушистой на исследуемой площадке показал, что на исследуемых территориях присутствуют антропогенные загрязнения в различных формах (автомобильное и шумовое загрязнение, захламленность территорий (на территории Миллениум парка ведется строительство), а также могли оказать влияние абиотические факторы (температура, направление ветра, количество осадков).

По литературным данным, величина флуктуирующей асимметрии возрастает при действии любых стрессовых факторов среды, которые приводят к усилению онтогенетического шума, нарушению стабильности морфогенеза листа и, как следствие, увеличению его асимметрии [19].

Повышенный показатель асимметрии отмечен у деревьев, произрастающих в условиях межвидовой и внутривидовой конкуренции, при ухудшении условий освещенности, в результате воздействия антропогенных факторов.

Отмечена зависимость стабильности развития растений от близости дороги (местного значения), содержания загрязнителей в воздухе и почве, транспортной нагрузки.

Все это ставит на повестку дня задачу более детальной характеристики условий экологической периферии ареала вида.

Применительно к представленным здесь данным это означает, что если крайне серьезные нарушения стабильности развития сопровождаются обычно фиксируемыми дендрологами изменениями, то фиксируемые нами по изменению стабильности развития существенные отклонения в состоянии организма (на уровне 3–5 баллов) происходят на фоне внешне вполне благополучного состояния растения.

В то же время о важности выявляемых по снижению стабильности развития изменений состояния растений свидетельствует то, что они обычно сопровождаются снижением интенсивности фотосинтетических процессов.

Основываясь на результатах органолептического, химического анализа и биотестирования, можно утверждать, что в целом атмосфера на исследуемой территории не совсем благоприятная. Степень загрязненности снежного покрова, воды, а также асимметрия листовой пластинки напрямую зависит от состояния атмосферного воздуха. Большинство выбросов химических веществ концентрируется в атмосфере, а затем в верхних слоях почвы. Значит, чистота выпавшего снега, чистота воды в водоеме – это здоровье всех живых организмов и человека.

По литературным данным наибольшая загазованность наблюдается вдоль дорог на высоте до полутора метров. Именно до этой отметки поднимаются тяжелые токсичные фракции, которыми дышат дети. Для того, чтобы, уменьшить влияние вредных выбросов выхлопных газов в атмосферу необходимо несколько условий:

1. по возможности ограничить движение по дороге автомашин, особенно грузовых и спецтехники, проходящей недалеко от уже построенных школ, тем самым снизив количество выхлопных выбросов в атмосферу;

2. в дальнейшем постараться перевести автомобили на другие виды топлива, чтобы исключить использование этилированного бензина и дизельного топлива (сейчас по территории Москвы уже ездят электромобили и электробусы).

Таким образом соблюдение определённых санитарных норм поможет сохранить здоровую окружающую среду для будущих поколений.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что изучение снежного покрова, воды из природного источника и флуктуирующей асимметрии листьев может дать точную оценку экологического состояния данной территории и сделать прогноз о возможном заражении окружающей среды токсичными веществами.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Снег является хорошим показателем чистоты атмосферного воздуха в зимний период, так как все биоиндикаторы (растения, грибы, водоросли, животные) в данное время находятся в состоянии анабиоза и не могут выполнять данную функцию (т.е. определение чистоты воздуха и воды).

Выпавший на земную поверхность снег формирует снежный покров – уникальный слой, способный качественно и количественно характеризовать содержание загрязнителей в атмосферных осадках, накапливающихся в толще снега в течение зимнего периода.

Благодаря высокой сорбционной способности, снег накапливает в своем составе практически все вещества, поступающие в атмосферу. В непромышленных районах основным источником загрязнения атмосферы независимо от времени года является автотранспорт. Количество автомашин непрерывно растёт, а вместе с этим растёт валовой выброс вредных продуктов в атмосферу. Все эти вредные вещества сохраняются в толще снега в течение холодного времени. С наступлением теплого периода, температура воздуха повышается, вода из твёрдого состояния переходит в жидкое. Часть токсичных веществ растворяется в воде и становятся менее ядовитыми, а те примеси, которые не взаимодействуют с водой оседают на

поверхности почвы. Сюда же можно отнести и резиновую пыль от автомобильных шин, которая не реагирует с водой, но является источником соединений серы. С потоками воды данные вещества частично поступают в верхние слои почвы, а часть вымывается стоками и попадает в водоёмы и грунтовые воды. Таким образом, происходит загрязнение почвы тяжёлыми металлами и другими вредными выбросами от автомобилей и деятельности человека. Из почвы по корневым системам загрязняющие вещества попадают в надземные части растений (частично накапливаются в тканях растений и грибов), которые употребляют в пищу травоядные животные. Хищники питаются травоядными организмами, тем самым получая свою долю токсичных веществ по пищевой цепи. Так как соли тяжёлых металлов обычно накапливаются в организме, это может привести к постепенному отравлению и даже к летальному исходу живого организма, в том числе и человека.

Проведя анализ снега на различных участках, можно говорить о непосредственном влиянии снега на природную среду. По загрязнённости снега можно судить о чистоте атмосферного воздуха в данных районах. Потому что, все вещества, попадающие в воздух в зимний период, в конечном итоге оседают на поверхности снега и сохраняются в нём в течение всего холодного времени года. По анализу снега можно определить, какие именно вещества находятся в атмосфере, и сделать прогноз об их воздействии на окружающую среду и здоровье человека. Кроме того, по анализу снега и примесей, находящихся в нём, можно предположить, какие вещества могут попасть в почву при таянии снега, а также в водоём.

Изучение снежного покрова даёт нам возможность определить, какие вредные вещества могут попасть в окружающую среду из-за деятельности человека именно в зимний период, так как весной, после таяния снега резко возрастает количество ядовитых веществ в природной среде. Зная состав загрязнителей снега можно спрогнозировать и предупредить негативные

последствия антропогенного воздействия на природу и здоровье самого человека. А также постараться не допустить большого количества выбросов в атмосферу вредных веществ, снизив, таким образом, экологическую опасность в данной местности и сохранив в чистоте природную среду для будущих поколений.

Листовая пластинка – это своеобразный «холст», на котором находят отражение не только настоящая экологическая ситуация, но и обстановка прошлого, по крайней мере, на протяжении двух последних лет. Лист у древесного растения появляется в начале мая из зимующей почки, которая была заложена весной прошлого года. В этой же почке формируются зачатки пазушных почек следующего порядка, которые реализуют себя в побег лишь на следующий год. На границе возникающего листового бугорка и будущей оси побега очень рано обозначаются тяжи прокамбия, дающего начало проводящим пучкам, то есть жилкам, являющимися основным предметом рассмотрения в методе флуктуирующей асимметрии. Поэтому закономерно предположить, что аномальные явления, ранние заморозки, критически низкая и высокая температуры зимой или летом, засуха, антропогенный фактор и др., влияют на зачаточный лист в почке и в будущем отражаются на «холсте» в виде определенной доли асимметрии.

Лист – это своеобразный отпечаток прошлого, скоррелированного и реализованного настоящим и показывающим перспективы популяции в будущем. Таким образом, не только характер онтогенеза всего организма, но и морфогенез отдельных его органов может служить критерием стабильности индивидуального развития, а вместе с тем и качества среды для популяции в целом.

Нам представляется, что установленный факт лимитирующего влияния межгодовых различий хода характеристик климата (температуры воздуха и осадков) на величину ФА листовой пластинки березы пушистой, произрастающей, на исследуемых территориях имеет большое значение для

обоснования возможности и ограничения применения метода оценки качества среды по стабильности развития на урбанизированной территории. Как показали наши исследования интегральные характеристики климата, такие как изменения влажности и температуры, значимо определяют различия между неохраемыми территориями и не существенные на заповедной территории, где колебания характеристик климата демпфируются (ослабляются) условиями среды.

Наиболее дискуссионным является вопрос о взаимосвязи морфогенетических (стабильность развития) и функциональных (физиолого-биохимических) показателей состояния индикаторного вида в условиях средового стресса (Веселов и др., 1998; Веселов, 2001; Захаров и др., 2001, 2001 в; Veselov, Lobov, 1998). Во всяком случае, для березы пушистой имеются единичные наблюдения, свидетельствующие о взаимосвязи величины ФА только с показателями функционального состояния фотосинтетического аппарата листовой пластинки (интенсивность протекания фотосинтетических реакций, оцениваемых по флуоресцентному отклику верхней поверхности листа) (Чистякова, 1996; Чистякова, 1997). Поэтому наши данные восполняют имеющийся пробел, хотя и нуждаются, безусловно, в дальнейших исследованиях.

Имеющиеся в настоящее время сведения, в том числе и полученные нами результаты, позволяют сделать вывод, что метод физико-химического анализа воды можно считать приемлемым для оценки состояния окружающей среды, а березу пушистую рекомендовать в качестве надежного биоиндикатора.

6. ПЕРСПЕКТИВЫ РАБОТЫ

Чтобы доказать или опровергнуть некоторые выводы по данной работе, планируем провести в дальнейшем дополнительные исследования и провести химический анализ почвы и воздуха, а также посмотреть, какие изменения произойдут в полученных показателях на следующий год.

7. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

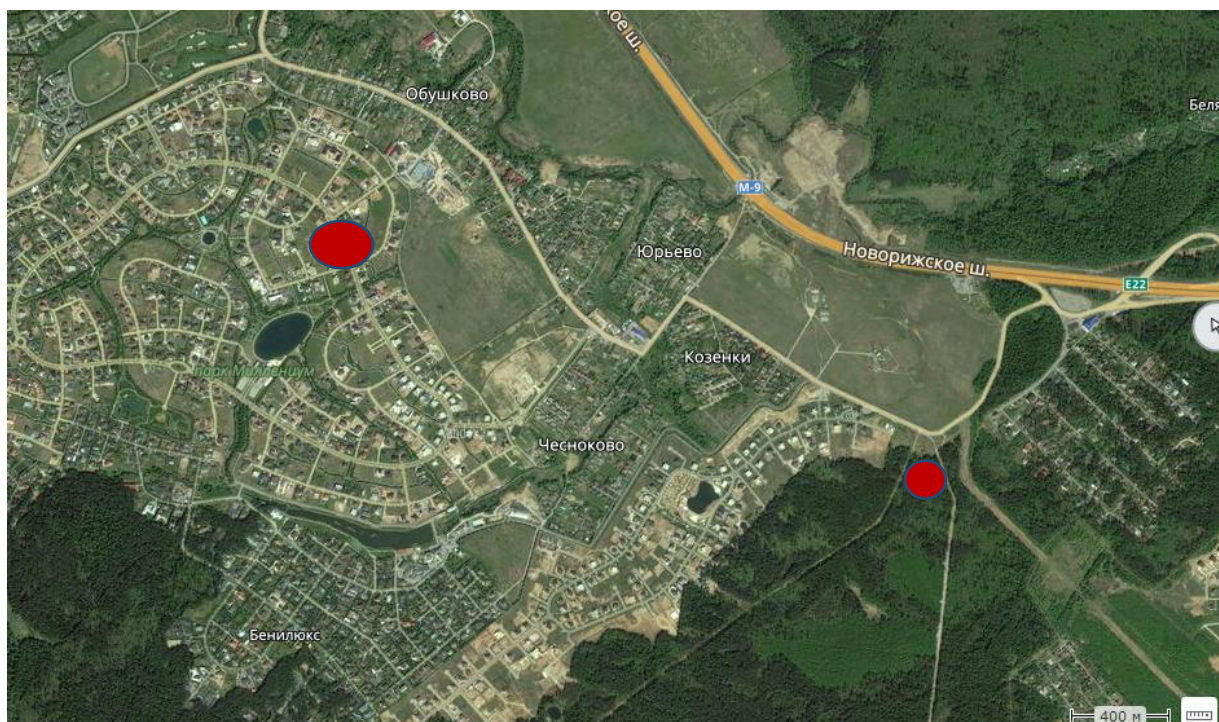
1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. М.: Агар, 2000. – 385с.
2. Васильев, А.Е., Воронин, Н.С., Елиневский А.Г. и др. Ботаника: Морфология и анатомия растений. – М.: Просвещение, 1988. – 480с.
3. Горышина Т.К. Экология растений/ М.: Высшая школа, 1991 г.
4. Голуб А., Струкова Е.. Природоохранная деятельность в переходной экономике /Вопросы экономики/,1995. №1.
5. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1995 году»/Зелёный мир,1996.№24.
6. Данилов-Данильян В.И. (под ред.) Экология, охрана природы и экологическая безопасность. /МНЭПУ,1997.
7. Дубинин Н. П., Пашин Ю. В. Мутагенез и окружающая среда: М.: Наука, 1978 г.
8. Журнал «Энергия» №5 2002 г. статья И. Ю. Егоров-Тесьменко «Энергосберегающие инновации в автомобилестроении».
9. №11 2002г. составитель Г.Гухман «Городской транспорт столицы переводится на альтернативное топливо»
10. №7 2003 г. С. П. Малышенко «Водородный автомобиль в России?».
- 11.Захаров В. М., Кларк Д. М., Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. Московское отд. Международного фонда «Биотест», М., 1993.
- 12.Захаров В.М., Крысанов Е.Ю. Последствия Чернобыльской катастрофы: Здоровье среды. М.: Центр экологической политики России. 1996 – 170 с.
- 13.Зверев В. Экология, М. Вентана-Граф, 2000. – 120 с.
- 14.В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий и др. Здоровье среды: методика оценки. – М.: Центр экологической политики России, 2000. – 68 с.

15. Константинов Е.Л. Анализ уровня стабильности развития березы бородавчатой, как метод биоиндикации качества среды. Сб. тр. Молодых ученых. Саратов, 1997 г.
16. Кузнецов М.А. Полевой практикум по экологии. М., 1994 – 68 с.
17. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Экология России 1996 год.
18. Пер. с нем. Нидон К., Петерман д-р И., Шеффель П. Растения и животные. Руководство для натуралиста: - М.: Мир, 1991.
19. Низкий С.Е. Сергеева А.А. Флуктуирующая асимметрия листьев березы плосколистной как критерий качества окружающей среды // Вестник Крас ГАУ, 2015 - №7
20. Орлов Д.С., Малинина М.С., Мотузова Г.В. Химическое загрязнение почв и их охрана;
21. А.П. Пурмаль, Антропогенная токсикация планеты. Часть I. - Соросовский образовательный журнал, №9, 1998.
22. Рунова Е.М., Костромина О.А. Оценка техногенного загрязнения по показателю флуктуирующей асимметрии березы повислой (*Betula pendula* Roth) в окрестностях г. Братска // Лесопользование, экология и охрана лесов фундаментальные и прикладные аспекты: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 2005. С. 27-29.
23. Федорова А. И., Никольская А. Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды: Учебное пособие. - М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2001.
24. Хузина Г.Р. Влияние урбаносреды на морфометрические показатели листа березы повислой/ Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. Вып. 3, 2010.
25. Шадрин Д.Я., Вольперт Я.Л., Данилов В.А. Шадрин Д.Я. Биоиндикация воздействия горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера. Новосибирск: Наука, 2003. – 105 с.
26. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Агар, 2000г.

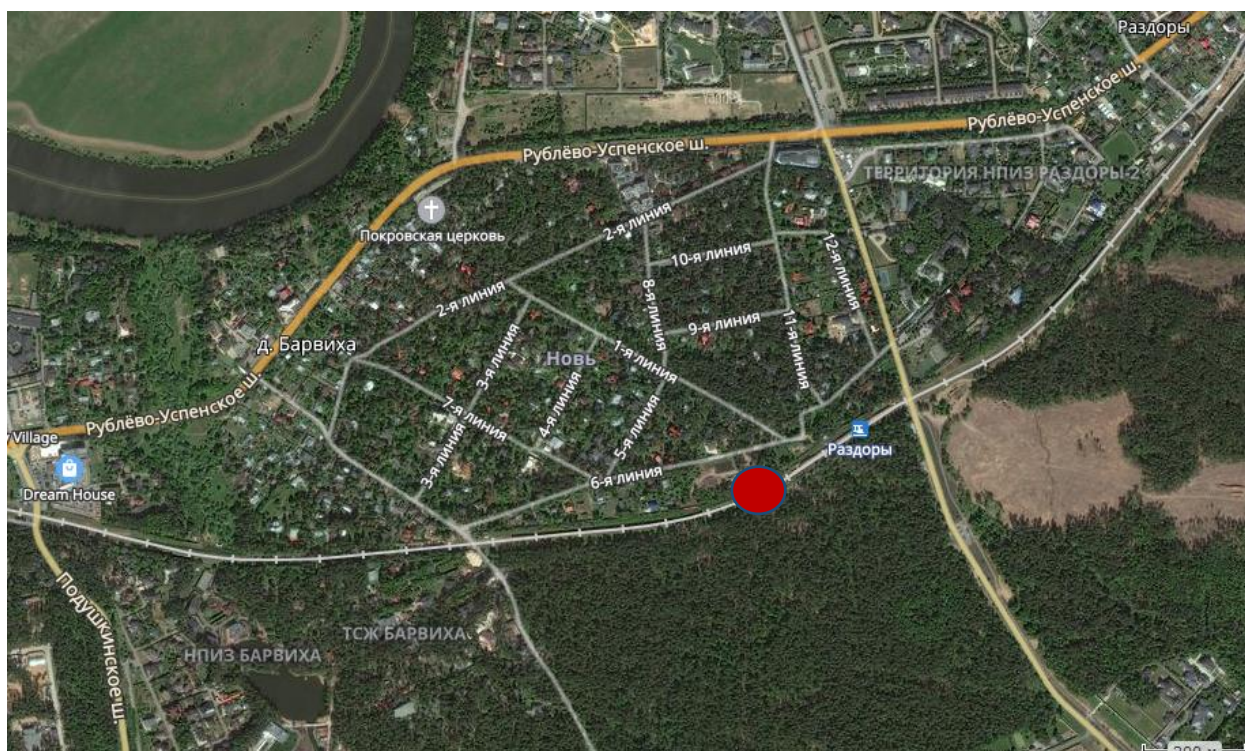
8. ПРИЛОЖЕНИЯ

8.1. Территории исследований

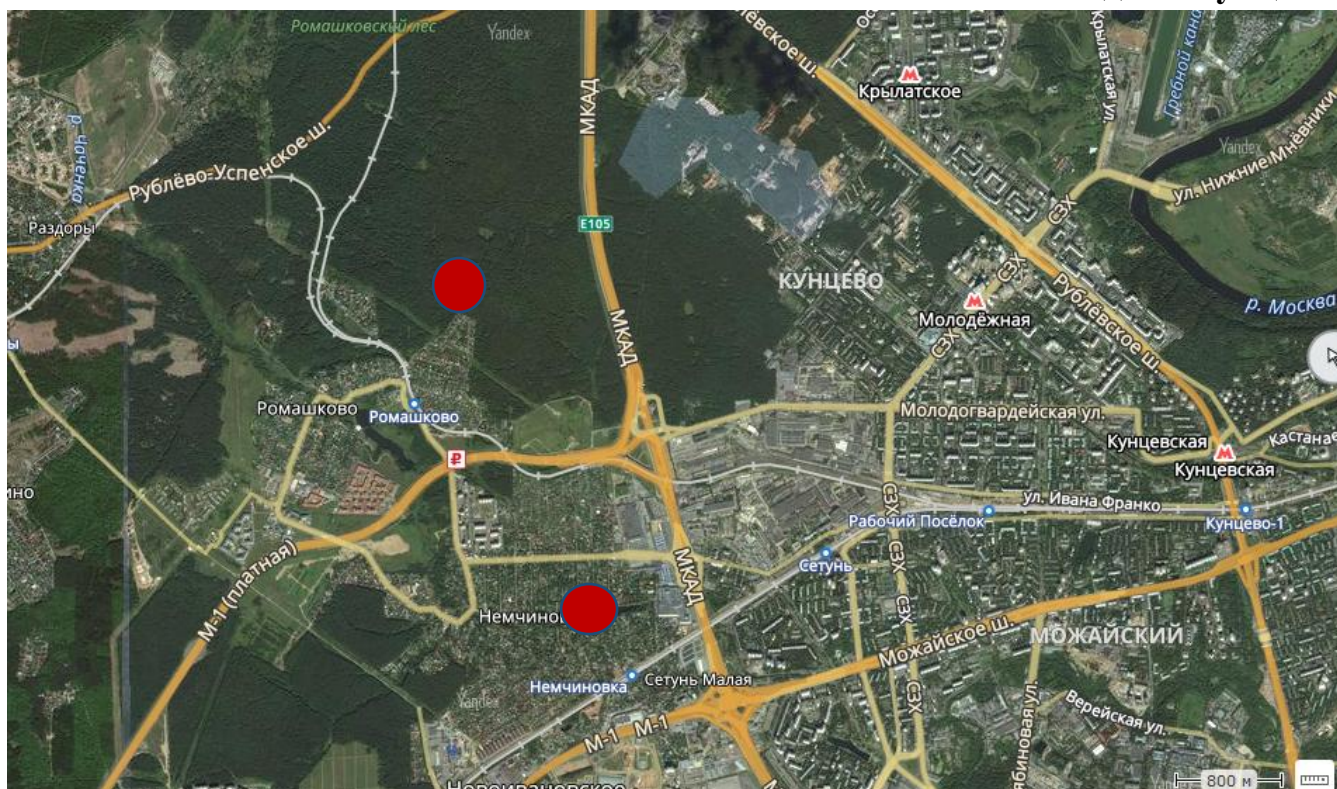
Миллениум парк



ДПК Новь



Западное Кунцево

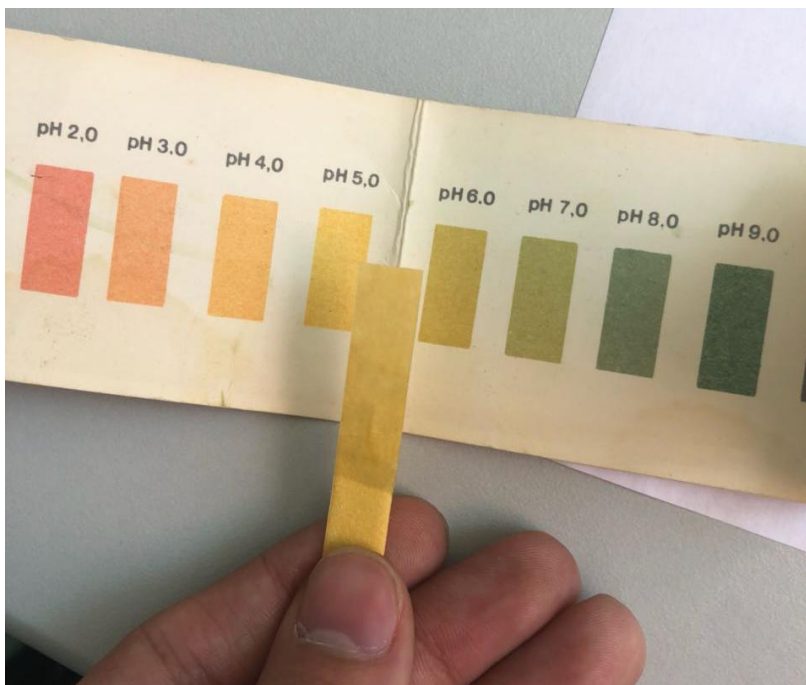


8.2. Проведение исследований и обработка информации

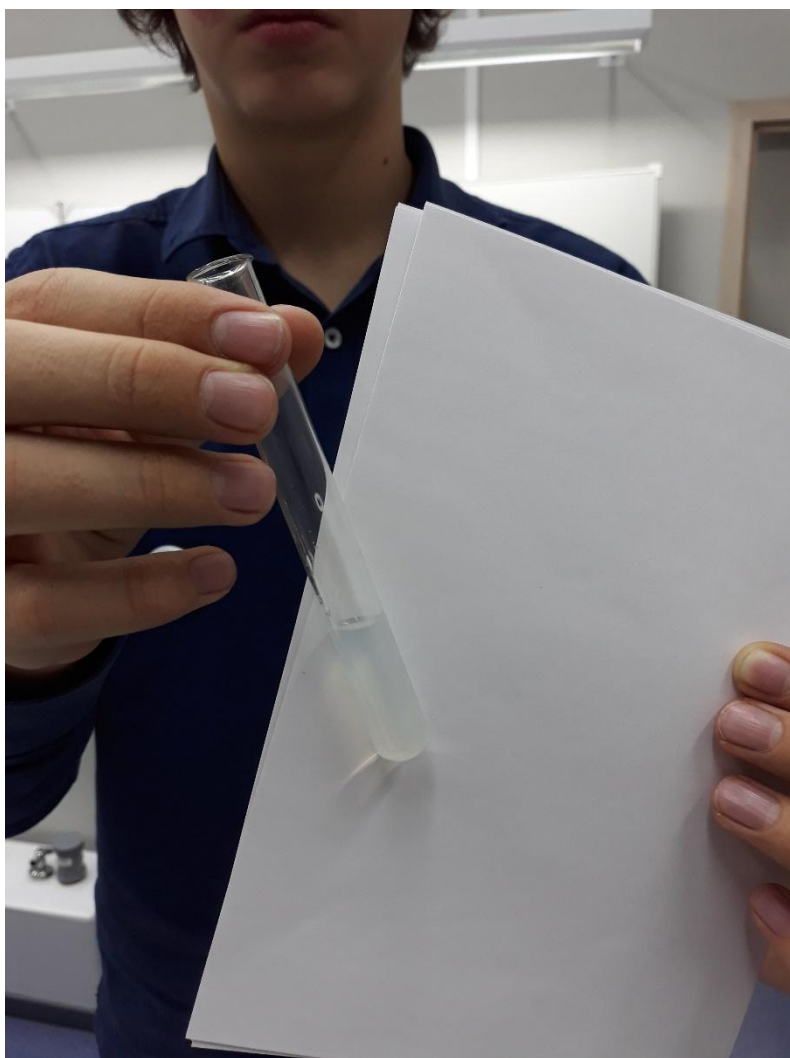
Измерение параметров листьев



Определение pH



Определение содержания сульфат-иона



Определение содержания хлорид-ионов



8.3. Примеры таблиц для расчета

Территория района ДПК Новь

Таблица 1.

Растение: береза пушистая (1)										
Место сбора: территория района ДПК Новь										
№ лис та	1. Ширина половинок листа, мм		2. Длина 2-й жилки листа, мм		3. Расстояние между основаниями 1й и 2й жилок, мм		4. Расстояние между концами 1й и 2й жилок, мм		5. Угол между центральной и 2й жилкой, градусы	
	л	п	л	п	л	п	л	п	л	п
1.	18	16	28	25	6	4	10	9	41	45
2.	19	15	23	20	4	6	6	10	45	44
3.	19	20	25	28	4	5	8	9	43	50
4.	17	17	25	25	4	4	7	10	45	40
5.	20	20	26	19	3	5	11	10	46	45
6.	20	16	24	27	4	5	8	9	42	40
7.	22	22	26	23	5	3	14	10	46	42
8.	18	19	23	25	5	3	12	10	40	46
9.	21	20	28	27	4	4	5	10	49	44
10.	17	15	23	22	5	6	9	10	49	51

Таблица 2.

№ листа	1 признак	2 признак	3 признак	4 признак	5 признак	Среднее относительное различие на признак
	(1)	(1)	(1)	(1)	(1)	(2)
1.	0,025641	0,054545	0,066667	0	0,044776	0,038326
2.	0,032258	0,02439	0,090909	0,1	0,012346	0,051981
3.	0	0	0,5	0,176471	0,111111	0,157516
4.	0,071429	0,023256	0,076923	0	0,076923	0,049706
5.	0,030303	0,019608	0,111111	0	0,012346	0,034674
6.	0,055556	0	0,2	0,052632	0,066667	0,074971
7.	0	0	0,2	0	0,142857	0,068571
8.	0	0,023256	0	0	0,076923	0,020036
9.	0,133333	0,025641	0,066667	0	0,142857	0,0737
10.	0,032258	0	0,166667	0,111111	0,066667	0,075341
						0,064482