

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ НАУК О ЗЕМЛЕ
Кафедра геоэкологии и природопользования

РЕКОМЕНДОВАНО К ЗАЩИТЕ В ГЭК
Заведующий кафедрой
доктор биологических наук, доцент
 А.В. Синдирева
5.06 2023 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

**ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ
ГОРОДА НАДЫМА**

05.04.06 Экология и природопользование
Магистерская программа «Геоэкология нефтегазодобывающих регионов»

Выполнила работу
студентка 2 курса
очной формы обучения



Жакишева Сабина Жанатовна

Руководитель
к.г.н., доцент



Жеребятьева Наталья Владимировна

Рецензент
к.г.н., доцент
Руководитель Высшей
экологической школы
Югорского
государственного
университета



Антофеева Татьяна Валерьевна

Тюмень
2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА	7
1.1. ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ АРКТИКИ.....	7
1.2. ФУНКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ.....	10
1.3. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.....	15
1.4. АТМОСФЕРНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АРКТИКИ.....	20
ГЛАВА 2. РАЙОН И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	23
2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. НАДЫМ.....	23
2.2. УЧАСТКИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	31
2.3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	33
ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД.....	38
3.1. АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ.....	38
3.2. АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ХВОИ СОСНЫ КЕДРОВОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ.....	49
3.3. АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЗОЛЬНОСТИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ, ХВОИ СОСНЫ КЕДРОВОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ.....	52
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	56
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	64

ПРИЛОЖЕНИЕ 2	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	67
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	69
ПРИЛОЖЕНИЕ 5	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	91

ВВЕДЕНИЕ

Проблема качества городской среды является одним из наиболее актуальных глобальных вызовов, особенно в условиях меняющегося климата. Городская среда характеризуется трансформацией абиотических и биотических факторов, интенсивностью техногенной нагрузки, высокой долей участия искусственных покрытия. Формирование зеленой инфраструктуры городов направлено на снижение негативных для человека последствий трансформации компонентов природных ландшафтов в городской среде. Зеленые насаждения улучшают качество воздуха, формируют благоприятный микроклимат, что особенно важно в городах при усилении острова тепла, создают барьеры, которые поглощают и разбивают звуковые волны снижая шум, способствуют сохранению и за частую увеличивают биоразнообразие и создают экологическую сбалансированность в городской среде. Однако, негативное воздействие антропогенных факторов, закономерно приводит к ослаблению растительности, снижению продуктивности, преждевременному старению, поражению болезнями, вредителями и гибели насаждений. Древесные растения, оказавшиеся в городских условиях, реагируют на загрязнение, и морфологически, и физиологически. Все процессы жизнедеятельности, в том числе и рост разных частей органов растения подвержены очень большой изменчивости, в зависимости от воздействия на них факторов [Ашихмина,2005].

Реакция экосистемы на внешнее воздействие может быть сложной, с определённым периодом запаздывания, различаться в разных климатических зонах и иметь долгосрочные последствия. Эти особенности необходимо учитывать при исследованиях на территории Арктики, так как организмы, составляющие биоценозы в экстремальных арктических условиях чувствительны к самым незначительным антропогенным воздействиям, при этом обладают уникальной способностью адаптироваться к климатическим условиям этого региона [Мигалина,2011].

У древесных растений, находящихся в Арктике на северной границе своего ареала, вегетативные органы наиболее чувствительны к стрессу. Реакция

листьев, например, может проявляться в наличии хлорозов, некрозов, повышении или понижении уровня фотосинтетических пигментов, приобретением деформаций или в асимметрии. При этом реакция растений на негативное воздействие атмосферы специфична и зависит от вида [Боголюбов, 2002]. Приспособление структуры и функций организма растений в том числе за счет изменения интенсивности обмена веществ к стрессу позволяет использовать растения в качестве индикаторов качества окружающей среды [Степень и др., 2013].

Для арктических городов, где в целом не много зеленых насаждений в силу климатических условий оценка влияния городской среды на изменение состояния растительности является актуальной задачей.

Цель исследования – оценить экологическое состояние зеленых насаждений г. Надым с применением методов биоиндикации.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) Рассмотреть подходы к формированию зеленой инфраструктуры арктических городов и актуальные методы оценки ее экологического состояния;
- 2) Оценить особенности видового разнообразия и пространственной дифференциации зеленых насаждений в г. Надыме;
- 3) Проанализировать зависимость морфометрических и физиологических характеристик хвои и листьев наиболее распространенных древесных пород в г. Надыме от условий городской среды.

Объект исследования: вегетативные органы древесных пород (листья березы пушистой, хвоя сосны кедровой и лиственницы).

Предмет исследования: изменчивость вегетативных органов высших растений, как реакция на состояние атмосферного воздуха.

Защищаемые положения:

- 1) Трансформация городской среды, связанная с климатическими изменениями соотношением прямой солнечной радиации, температуры, продолжительности и мощности снежного покрова, в арктических условиях, где деревья находятся на северной границе своего распространения, способствует снижению стресса, что сказывается на росте площади листовой поверхности.

2) Увеличение показателя флуктуирующей асимметрии и зольности листовых пластин и хвои в условиях городской среды указывают на повышенное загрязнение атмосферного воздуха.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА

1.1. ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ АРКТИКИ

Арктика - это северная часть Земли, которая включает в себя Северный Ледовитый океан и прилегающие к нему части суши и острова [Кудряшова, 2019]. Это обширный регион, с холодным климатом, обильными снегопадами, льдами, исключительной флорой и фауной. Арктика также играет важную роль в мировом климате и имеет стратегическое значение для исследований и освоения ресурсов. Регион обладает значительными запасами нефти, газа, драгоценных металлов и других полезных ископаемых. Российская Арктика также представляет важную стратегическую значимость из-за своего геополитического положения и доступа к Северному морскому пути, который становится все более проходимым из-за сокращения льда [Кудряшова, 2019].

Озеленение территорий городов Арктики – сложный и трудоемкий процесс. Арктические города характеризуются длительной зимой, низкими температурами и короткими летними сезонами. Это означает, что растения, предназначенные для озеленения, должны быть способными выживать в холодных условиях и иметь адаптивные механизмы для сезонных изменений.

Летний сезон в арктической зоне обычно длится всего несколько недель, поэтому растения должны быть способными быстро расти и развиваться в ограниченные сроки. В то время как зимой они должны быть устойчивыми к морозам и снегопадам.

Арктическая почва обычно бедна питательными веществами и имеет ограниченную способность удерживать влагу. Поэтому необходимо выбирать растения, которые могут выжить в засушливых условиях и приспособиться к нехватке почвенного питания.

В летнее время арктические города находятся в условиях полярного дня. Это может повлиять на растительный рост, требуя адаптации растений к

продолжительной освещенности летом или использованию искусственного освещения в зданиях и общественных пространствах в зимний период.

Арктическая зона может быть подвержена сильным ветрам, что может оказывать негативное воздействие на растения и зеленые насаждения. Поэтому важно выбирать растения, способные выдерживать ветровые нагрузки и принимать меры по защите зеленых зон от ветра.

Имея большое количество лимитирующих факторов, растительность северных городов отличается малым видовым составом. Растения растут чрезвычайно медленно, создание объектов озеленения длится пятьдесят лет и более. Для смягчения уязвимости, необходимо использовать местные и хорошо акклиматизированные виды деревьев и кустарников [Бабурин, Бадина, Горячко, Земцов, 2016].

В основном, в Арктике встречаются тундровые и полупустынные экосистемы. В тундре, которая является самым распространенным типом растительности в этом регионе, можно встретить низкорослые кустарники, мхи, лишайники и некоторые виды трав. Также можно найти березовые и ивовые рощи, особенно в более южных регионах. Однако, из-за холода и недостатка почвенных питательных веществ, деревья в Арктике редки и не имеют свойственной им предельной высоты. В одном и том же возрасте они имеют меньшие размеры по сравнению с районами их естественного произрастания [Бабич, Заславская, Травникова, 2008].

Важно отметить, что на Крайнем Севере при коротком летнем сезоне и низкой скорости разложения органических веществ, замедляются процессы почвообразования. Тонкий слой почвы и неглубокое залегание корней создают дополнительные сложности для растительности, делая их «хрупкими».

В озеленении населённых территорий Арктики, применение древесно-кустарниковой растительности не везде является возможным, в таких случаях предпочтение отводится газонам. Для оформления газонов используют выносливые многолетники, низкорослые кустарники, бруснику, чернику, голубику. Для сухих песчаных почв, откосов, участков, где трудно обеспечить

регулярный полив и скашивание, рекомендуется использовать почвопокровные травянистые многолетники [Сродных, 2005].

Так же при озеленении города насаждениями хорошего роста и высокого качества важна плотность посадок. Показатель плотности зависит от природно-климатической зоны и функционального назначения объекта. Для городов северной зоны он должен составлять: для уличных посадок – 300 шт./га деревьев и 1800 шт./га кустарников, при озеленении жилых районов соответственно 150 и 1500 шт./га, для территорий детских садов и школ – 125 и 1800 шт./га. В настоящее время во всех городах севера Западной Сибири плотность посадок неоправданно завышается: от 800 до 2500 шт./ га деревьев. При такой загущенной посадке растения не могут нормально развиваться, в дефиците находятся и свет, и питательные вещества, количество которых в местных почвах незначительно [Сродных, 2008].

Специалистами Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова разработаны методические рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населённых пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа. В них отмечены особенности, на которые необходимо обратить внимание при проведении озеленительных работ на территории ЯНАО. Разработан ассортимент древесных пород, которые необходимо включать в зелёные насаждения данного региона. В список вошли следующие хвойные и лиственные породы деревьев и кустарников: ель аянская, ель сибирская, ель сизая, сосна сибирская, лиственница, пихта бальзамическая, сосна обыкновенная (северные популяции), берёза золотистая (гибрид пушистой и повислой), берёза извилистая, берёза пушистая, тополь бальзамический, тополь берлинский, боярышник даурский, боярышник сибирский, ива аляскинская, ива шерстистопобеговая, ива козья, ольха пушистая, ольховник кустарниковый, рябина сибирская и другие [Кириллов, Егоров, 2017].

1.2. ФУНКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ

Зеленые растения играют важную роль в городской среде. Вот некоторые из основных преимуществ и функций зелени в городах:

1. Улучшение качества воздуха: растения поглощают углекислый газ и другие вредные вещества из воздуха и выделяют кислород. Они способствуют снижению уровня загрязнения воздуха, поглощают пыль и токсичные вещества, улучшая качество воздуха в городской среде.
2. Смягчение климата: деревья способны создавать тени и уменьшать нагревание поверхности, тем самым снижая температуру в городских районах, улучшая микроклимат.
3. Снижение городского шума: растения служат естественным звукопоглощающим барьером, помогая снизить шум и городскую активность. Листья, деревья и другие растения амортизируют звуки, улучшая комфорт и качество жизни в городе.
4. Поддержка биоразнообразия: зеленые насаждения в городах предоставляют место обитания и пищу для различных видов животных, птиц, насекомых и других мелких существ. Они способствуют сохранению биоразнообразия и создают экологическую сбалансированность в городской среде.
5. Повышение эстетического облика и психологического благополучия: зеленые насаждения делают город более привлекательным, добавляя красоту и природную гармонию в городской ландшафт [Кулагин, 2009].

Велика роль зеленых насаждений в очистке воздуха городов. Дерево средней величины за 24 часа восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыхания трёх человек. За один теплый солнечный день гектар леса поглощает из воздуха 220-280 кг углекислого газа и выделяет 180-200 кг кислорода [Иванова, Титов, 2002].

С 1 кв.м газона испаряется до 200 г/ч воды, что значительно увлажняет воздух. В жаркие летние дни на дорожке у газона температура воздуха на высоте роста человека почти на 2,5°C ниже, чем на асфальтированной градус

мостовой. Газон задерживает заносимую ветром пыль и обладает фитонцидным (уничтожающим микробы) действием. Вблизи зеленого ковра легко дышится.

Не случайно в последнее время в практике озеленения все чаще отдается предпочтение ландшафтному или свободному стилю проектирования, при котором 60 % благоустраиваемой территории и более отводится под газон.

Солнечные лучи нагревают покрытые асфальтом дороги и крыши зданий, раскаленные поверхности образуют всходящие потоки теплого воздуха, которые поднимают мельчайшие частицы пыли, а над парком возникают нисходящие потоки воздуха, потому что поверхность листьев значительно прохладнее асфальта и железа. Пыль, при нисходящем потоке воздуха, оседает на листьях. Подсчитано что, один гектар деревьев хвойных пород задерживает за год до 40 тонн пыли, а лиственных - около 100 тонн [Бураков, Гренадерова, 2013].

Для минимизирования негативного воздействия от автотранспорта, вдоль автомагистралей высаживают полосы зеленых насаждений. Эффективность способа борьбы с вредными выбросами варьируется от 7 до 35%. Для очищения воздуха в самом городе используют парки. Качество воздуха проходящего над лесопарками и парками в центральные районы города значительно улучшается, количество взвешенных примесей снижается на 10 - 40%.

Видовой состав насаждений в городе может значительно различаться в зависимости от географического местоположения, климата, площади города и плотности застройки. В городах обычно встречаются разные виды лиственных деревьев (ивы, тополи, березы и т.д.) или хвойных деревьев (елки, кедры и т.д.). В крупных городах с наибольшей угрозой санитарному состоянию воздушного бассейна, для оздоровления городской среды в окрестностях заводов рекомендуется высаживать клён американский, иву белую, тополь канадский, крушину ломкую, казацкий и виргинский можжевельник, дуб черешчатый, бузину красную [Глазычев, Егоров, Ильина, 2005].

Как известно, древесно-кустарничковая растительность обладает поглотительными качествами. Высоким уровнем поглощения различных веществ из окружающей среды обладают липа мелколистная, ясень, сирень и жимолость. В зоне слабой или непостоянной загазованности поглотительную

помощь оказывают листья тополя, ясеня, сирени, жимолости, липы, меньше - вяза, черемухи, клена [Бакиев, Ямалеев, Кулагин. 2010].

Деревья также могут оздоравливать среду путем ионизации воздуха. В процессе фотосинтеза, деревья выделяют кислород и отрицательно заряженные ионы кислорода, известные как отрицательные ионы кислорода или анионы. Эти отрицательные ионы могут взаимодействовать с положительными ионами, катионами. Положительными ионами обычно являются ионизированные молекулы дыма, паров, водяной пыли и различных загрязняющих веществ. Таким образом, анионы взаимодействуя с катионами способствуют очищению воздуха. Воздух, близкий к деревьям, часто содержит больше отрицательных ионов, что может создавать ощущение свежести и благоприятно влиять на окружающую среду.

Однако стоит отметить, что эффект ионизации воздуха от деревьев может быть ощутим в непосредственной близости к ним, но не воздействовать на значительные расстояния [Горышина, 2000].

Уровень интенсивности ионизации воздуха зависит от степени озеленения и природного состава растений. Наиболее лучшими ионизаторами воздуха являются, смешанные хвойно-лиственные насаждения. Сосновые насаждения ионизируют воздух только в зрелом возрасте, молодые деревья обычно не обладают значительной способностью ионизировать воздух. Это связано с несколькими факторами. Во-первых, ионизация воздуха, происходящая от растений, обычно связана с процессом фотосинтеза и особенностями их листьев. Молодые сосны имеют маленькие иголки, которые обладают меньшей площадью поверхности, чем листья других растений. Это означает, что молодые сосны производят меньше отрицательных ионов, чем другие виды растений. Во-вторых, молодые сосны обычно имеют более низкую концентрацию хвойных эфиров, которые взаимодействуют с атмосферными частицами и способствуют ионизации воздуха. Более взрослые и зрелые сосны, особенно те, которые производят смолу, могут проявлять большую способность ионизации [Мелехов, 1987].

Повышению концентрации отрицательных ионов в воздухе так же способствуют: ива белая и плакучая, лиственница сибирская, пихта сибирская, рябина обыкновенная, тополь черный [Мелехов, 1987].

К санитарно-гигиеническим свойствам растений относится их способность выделять особые летучие органические соединения, называемые фитонцидами, которые убивают болезнетворные бактерии или задерживают их развитие.

Эти свойства приобретают особую ценность в условиях города, где воздух содержится в 10 раз больше болезнетворных растений, чем воздух полей и лесов. В чистых сосновых лесах и лесах с преобладанием сосны (до 60%) бактериальная загрязненность воздуха в 2 раза меньше, чем в березовых. Из древесно-кустарниковых пород, обладающих антибактериальными свойствами, положительно влияющими на состояние воздушной среды городов, следует назвать акацию белую, барбарис, березу бородавчатую, грушу, граб, дуб, ель, жасмин, жимолость, иву, калину, каштан, клен, лиственницу, липу, можжевельник, пихту, платан, сирень, сосну, тополь, черемуху, яблоню. Фитонцидной активностью обладают и травянистые растения - газонные травы, цветы и лианы [Владимиров, 2008].

На интенсивность выделения растениями фитонцидов влияют сезонность, стадии вегетации, почвенно-климатические условия, время суток.

Максимальную антибактериальную активность большинство растений проявляют в летний период. Поэтому некоторые из них можно использовать в качестве лечебного материала.

Различные породы растений характеризуется разной способностью защиты от шума. По данным венгерских исследователей, хвойные породы (ель и сосна) по сравнению с лиственными (древесные и кустарниковые) лучше регулируют шумовой режим. По мере удаления от магистрали на 50 метров лиственные древесные насаждения (акация, тополь, дуб) снижают уровень звука на 4,2 дБ, лиственные кустарниковые - на 6 дБ, ель - на 7 дБ и сосна - на 9 дБ [Высоковский, Каганова, 2007].

Исследования показали, что лиственные породы способны поглощать до 25 % звуковой энергии, а 74 % её отражать и рассеивать. Наилучшим в этом

отношении являются из хвойных пород ель, пихта; из лиственных - липа, граб и другие.

Шумозащитная функция в определенной степени зависит от приемов озеленения. Однорядная посадка деревьев с живой изгородью из кустарника шириной в 10 метров снижает уровень шума на 3-4 дБ; такая же посадка, но двухрядная шириной 20-30 метров - на 6-8 дБ, 3-4-рядная посадка шириной 25-30 метров - на 8-10 дБ, бульвар шириной 70 метров с рядовой и групповой посадкой деревьев и кустарников - на 10-14 дБ; многорядная посадка или зеленый массив шириной 100 метров - на 12-15 дБ [Городков, 2000].

Высокий эффект защиты от шума достигается при размещении зеленых насаждений вблизи источников и шума и одновременно защищаемого объекта.

Растения обладают различными защитными свойствами, которые помогают им выживать и защищаться от внешних угроз. Уровень защитных свойств растений может варьироваться в зависимости от многих факторов, включая вид растения, его окружение и условия роста.

В городских условиях лучше всего растения себя чувствуют в парках и садах, несколько хуже на бульварах и в скверах, неблагоприятная обстановка для роста и развития растений находится на асфальтированных улицах.

Согласно исследованиям, процесс фотосинтеза у растений произрастающих в парках и садах происходит более интенсивнее, чем у растений произрастающих на асфальтированных улицах. В парках и садах растения получают необходимое количество солнечного света благодаря открытому пространству и доступу к прямым лучам солнца. Растения на асфальтированных улицах часто имеют ограниченное пространство для роста и меньше возможностей для получения достаточного количества солнечного света. Это может ограничивать их способность проводить фотосинтез эффективно. [Городков, 2002].

Озеленение городской среды может значительно улучшить качество жизни горожан. Растения способны улавливать и нейтрализовывать определенные вредные химические соединения и загрязнители в воздухе, такие как тяжелые металлы, фенолы и диоксины. Формируют газовый состав атмосферного

воздуха: обогащают воздух кислородом, полезными для здоровья человека фитонцидами и отрицательными ионами, поглощают углекислый газ [КиевНИИП, 1990].

1.3. ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ

Зеленые насаждения улучшают среду до комфортной. Однако выбросы промышленных отходов, автомобильных выхлопных газов и других загрязняющих веществ негативно влияют на растительный мир. Высокая степень антропогенных факторов, присущая урбанизированным территориям, приводит к ослаблению растительности, повреждению листьев, снижению продуктивности фотосинтеза, изменению почвенной флоры и фауны, поражению болезнями, вредителями и гибели насаждения.

Частицы сажи, асбеста, свинца, взвешенные жидкие капельки углеводородов и серной кислоты, газы, такие, как оксид углерода, оксиды азота, диоксид серы могут привести к трансформации местности, поскольку растения являются индикаторами экологического состояния и могут проявлять различные признаки и изменения в ответ на загрязнение [Диамант, 2000].

Основные загрязнители атмосферы, согласно данным ЮНЕП (Программа ООН по окружающей среде), включают:

1. Парниковые газы: Это вещества, такие как углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и оксид азота (N_2O), которые способствуют удержанию тепла в атмосфере и вызывают глобальное потепление и изменение климата.

2. Твердые частицы (включая аэрозоли): Это мелкие частицы в воздухе, такие как пыль, дым, сажа и аэрозоли, которые могут иметь негативное воздействие на здоровье человека и окружающую среду.

3. Озон (в том числе тропосферный озон): В тропосфере, нижнем слое атмосферы, озон является загрязняющим веществом, которое может вызывать проблемы с дыханием, раздражение глаз и причинять вред растениям.

4. Оксиды азота (NO_x): Это группа газов, включая оксид азота (NO) и диоксид азота (NO₂), которые производятся в результате сгорания топлива и промышленных процессов. Они могут способствовать образованию смога и кислотного дождя, а также негативно влиять на здоровье человека.

5. Сернистые соединения (SO_x): Это вещества, такие как диоксид серы (SO₂), которые выделяются при сжигании ископаемого топлива, особенно угля и нефти. Они могут вызывать кислотные дожди и иметь негативное воздействие на здоровье экосистемы.

6. Летучие органические соединения (ЛОС): Это разнообразные органические соединения, такие как бензол, толуол, формальдегид и другие, которые выделяются при сгорании топлива и промышленных процессах. Они могут быть вредными для здоровья и причинять загрязнение воздуха.

Оксид серы (SO₂). Высокие концентрации оксида серы в атмосфере могут привести к повреждению растительных тканей и оказать фитотоксическое действие. Растения могут развивать некрозы, пятна, деформации листьев и стеблей, что в конечном итоге может привести к ухудшению их роста и развития. Оксид серы может вызывать закрытие устьиц на поверхности листьев, через которые растения поглощают углекислый газ и выпускают кислород. Это может приводить к снижению продукции питательных веществ и энергии, что влияет на фотосинтез и общую жизнеспособность растений. Высокие концентрации оксида серы могут привести к увеличению образования активных кислородных форм в растениях, что называется окислительным стрессом. Оксид серы может взаимодействовать с другими загрязнителями в атмосфере, такими как азотные оксиды и аэрозоли, усиливая их негативное влияние на растения.

Важно отметить, что растения могут иметь различную степень чувствительности к оксиду серы, и некоторые виды могут быть более устойчивыми, чем другие. Однако даже при среднем содержании оксидов серы в воздухе порядка 100 мкг на кубометр, растения приобретают желтоватый оттенок [Илькун, 1978].

Оксиды азота (NO_x), включая оксид азота (NO) и диоксид азота (NO₂). Высокие концентрации оксидов азота в атмосфере так же могут быть

фитотоксичными и вызывать такие же повреждения у древесных пород, как и диоксид серы. Они могут вызывать ожоги и некрозы на листьях, стеблях и корнях растений. Оксиды азота могут снижать сопротивляемость растений к болезням, усиливать развитие патогенов, вызывая «позеленение» стволов и нижних ветвей деревьев. На листьях могут появиться темнокоричневые или темные почки, расположенные между жилками и по краю листа. Оксиды азота могут нарушать физиологические процессы в растениях, влиять на фотосинтез, дыхание, поглощение питательных веществ и регулирование роста. Оксиды азота могут реагировать с другими веществами в атмосфере, особенно с аммиаком, образуя фитогенные аэрозоли. Эти аэрозоли могут оседать на растениях и вызывать повреждения листьев и стеблей. Отличительной чертой являются буровато-черные участки, чаще всего у вершины и у периферии листовой пластинки [Илькун, 1978].

Оксид углерода IV (CO_2). Углекислый газ является сырьем для фотосинтеза растений. Высокая концентрация углекислого газа обычно способствует увеличению скорости фотосинтеза, что может способствовать увеличению размера листьев, удлинению стеблей и повышению общего роста растений. Повышенная концентрация углекислого газа может способствовать улучшению эффективности использования воды растениями. Они могут снижать потери воды через открытые устьица и улучшать устойчивость к засухе.

Аммиак (NH_3) является высокотоксичным веществом для растений. Аммиак может повреждать корневую систему растений, что может привести к ухудшению поглощения воды и питательных веществ. Растения могут проявлять признаки стеблевого побеления, желтения листьев и уменьшения роста. В то время как азот является важным питательным веществом для растений, высокие концентрации аммиака могут нарушать нормальный азотный обмен. Это может привести к дисбалансу внутриклеточного pH и изменениям в обмене азота, что снижает эффективность использования азота растениями. Он может снижать численность и разнообразие растений, особенно в чувствительных экосистемах, и способствовать смене видового состава. Повышенные концентрации аммиака

вызывают появление темных, почти черных, пятен некрозов на обеих поверхностях листа, опадание листьев [Павлов, 2003].

Пыль. В общей сложности 15–20% от общей массы пыли и аэрозолей в атмосфере имеют антропогенное происхождение: производство стройматериалов, дробление пород в горнодобывающей промышленности, производство цемента, строительство. Промышленная пыль может включать оксиды различных металлов и неметаллов, в том числе и токсичных (оксиды марганца, свинца, молибдена, ванадия, сурьмы, теллура). Пыль и аэрозоли отражают солнечное излучение и затрудняют поступление тепла на земную поверхность, что приводит к изменению климата. Пыль также способствует таянию ледников оседая на них.

Микрочастицы загрязняющих веществ, осевшие на листьях растений нарушают процессы газообмена и транспирации, закупоривая устьица твердыми частицами. Согласно проведенным исследованиям, температура поверхности листа увеличивается наравне с увеличением плотности слоя пыли на листе, при этом процессе расходуется больше воды на транспирацию. Повышенный расход запаса влаги может привести к водному дефициту. Повышение температуры запыленных листьев в сочетании с водным дефицитом является причиной подавления фотосинтетической активности и других физиологических функций растений.

Пыль и аэрозоли нарушают процессы газообмена, дыхания и фотосинтеза. Затрудняют рост, снижают продуктивность и упрощают видовой состав растений [Илькун, 1982].

Кислород (O₂). Фотосинтез является главным производителем кислорода на Земле. В Арктике, где земля покрыта вечным мерзлотным слоем, кислород имеет ограниченную доступность из-за плотного слоя мерзлоты. Это может приводить к недостатку кислорода в корнях растений и ограничению их роста. Кроме того, избыток влаги в почвах из-за таяния снега и льда также может привести к ухудшению доступности кислорода для растений.

Если просмотреть литературу о загрязнении окружающей среды, то можно предположить, что кислорода на Земле становится меньше из-за сжигаемого

ископаемого топлива, но проведенные расчеты показали, что если использовать доступные человеку все залежи угля, нефти и природного газа, то содержание кислорода в воздухе уменьшится не более чем на 0,15%. [Тасейко, Михайлюта, Захаров, Леженин, Хлебопрос, 2009].

При нарушении нормального физиологического равновесия, в клетках растений может развиваться окислительный стресс. Процесс происходит за счет активного увеличения содержания активных форм кислорода в клетках растений. Растения подвержены данному процессу практически при всех неблагоприятных условиях Асроров и др., 2009].

При борьбе с гололёдом на дорогах применяют химический способ удаления снега и льда при помощи хлористых соединений. Хлор оказывает вредное воздействие на зелёные насаждения, как в результате прямого контакта, так и через почву. Прямой контакт возможен при удалении засоленного снега на обочины и разделительную полосу, где расположены насаждения. Засоление почв, происходящее в результате просачивания рассола в зоны расположения кустарников. Вероятность гибели деревьев существенно снижается, если они посажены не ближе 9 м от кромки проезжей части. Повреждение растительности меньше на плодородных почвах, особенно на почвах, богатых фосфатами [Машинский, 2003].

Все это нарушает равновесие во многих экосистемах Земли, из-за фотохимического смога ухудшится общее состояние атмосферы, усилится «парниковый эффект»

Хозяйственная деятельность человека приводит к загрязнению окружающей среды и ухудшению состояния растительности. Вредные вещества, попадающие в атмосферу, могут быть твердыми частицами, газами и парами жидкости. Среди этих веществ есть и ядовитые. Кроме того, из-за деятельности человека в воздухе может увеличиваться процент содержания углекислого газа и уменьшаться содержание кислорода, что приведет к парниковому эффекту.

1.4. АТМОСФЕРНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ АРКТИКИ

Арктика - является регионом, формирующим климат планеты, поэтому состояние окружающей среды в Арктике является одним из важных индикаторов глобальных изменений.

Серьезные изменения в Арктике происходят последние десять лет. Увеличивается приземная температура из-за усилившегося потока теплого воздуха из низких широт, сокращается площадь льда и его толщина. Увеличивается антропогенная нагрузка на регион, накапливаются отходы. Усиливается влияние на зону распространения вечной мерзлоты, развиваются опасные гидрометеорологические, ледовые и другие природные процессы [Коваль, Лыжин, 2016].

Так же в последние два десятилетия увеличилось число автомобильного транспорта, обострились проблемы воздействия автотранспорта на окружающую среду, о чем свидетельствуют количественные показатели качества воздуха по уровню загрязнения основными поллютантами [Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации, 2019]. В г. Мурманске в 2018–2019 гг. имели место превышения концентрации оксидов азота и монооксида углерода до 2 ПДКМР, и наблюдалась высокая среднемесячная концентрация бенз(а)пирена – 2,5 ПДКСС. В г. Архангельске, согласно отчету [О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году], в зимний период 2019 г. концентрация NO₂ все время находилась на уровне 2 ПДКСС, а в январе был зафиксирован чрезвычайно высокий уровень бенз(а)пирена – 13,9 ПДКМР. Город Норильск постоянно входит в антирекордный список городов России с крайне высоким загрязнением атмосферного воздуха [О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году].

Выбросы от автомобилей оказывают значительное влияние на качество воздуха. В городе Надым основная масса автомобилей сконцентрирована в жилых районах, воздух не только обедняется кислородом, но и загрязняется вредными компонентами отработавших газов.

В мировом балансе загрязнений, основная доля (54%) падает на автомобильный транспорт. Один автомобиль при пробеге 15 тыс. км сжигает в среднем 2 т топлива, около 26 – 30 т воздуха, в том числе 4 – 5 т кислорода, что в 50 раз больше потребностей человека, при этом выбрасывает в атмосферу: угарного газа – 700 кг/год, диоксида азота – 40 кг/год, несгоревших углеводородов – 230 литров, твёрдых веществ – 2 – 5 кг/год.

Автомобильные газы представляют собой смесь, состоящую из 1000 – 1200 индивидуальных компонентов, среди которых нетоксичны: N, O, пары воды, CO; токсичные: окиси C, углеводороды, оксиды N, альдегиды, сажа, бензапирен, соединения свинца, формальдегид, бензол, а также многие другие компоненты. Главный компонент выхлопов двигателей внутреннего сгорания (кроме шума) – окись углерода (угарный газ) – опасен для человека, животных, растений, вызывает отравление различной степени в зависимости от концентрации. При взаимодействии выбросов автомобилей и смесей загрязняющих веществ в воздухе могут образоваться новые вещества, более агрессивные, например, в условиях смогов [Тетиор, 2000].

Автомобильный смог образуется в результате смешивания выбросов двигателей с воздушными компонентами и может содержать различные вредные вещества, включая углекислый газ (CO₂), оксиды азота (NO_x), угарный газ (CO), твердые частицы (PM), летучие органические соединения (ЛОС) и другие [Минин, 2001].

Загрязнители воздуха, непосредственно продуцируемые автомобилями, такие как окись углерода, оксиды азота, углеводороды или свинец, главным образом накапливаются по соседству с источниками загрязнения, т.е. вдоль шоссе, улиц, в тоннелях, на перекрестках. Двуокись углерода и другие газы, обладающие парниковым эффектом, распространяются на всю атмосферу, вызывая глобальные геоэкологические воздействия.

В Арктике загрязняющие вещества, газовые и аэрозольные примеси скапливаются в ее атмосфере из-за особенностей циркуляции воздушных масс, формирования арктического вихря. Утилизация промышленных отходов, накапливающихся вокруг промышленных предприятий в огромном количестве,

является дополнительным источником поступления загрязняющих веществ в атмосферу.

В связи с уязвимостью экосистемы Арктики и ее значимостью для климата и биоразнообразия, принимаются различные меры экологической безопасности: регулирование промышленности; проведение научных исследований включая мониторинг; создание и поддержка заповедных территорий в Арктике; рекультивация природных ландшафтов, утилизация токсичных промышленных отходов, обеспечение химической безопасности, в первую очередь в местах компактного проживания населения [Авхадеев, 2018].

Арктика, как и все регионы, подвергается естественному и антропогенному загрязнению, в том числе атмосферному, усиливаемому деятельностью человека, подвергая угрозе изменение климата. Своевременная оценка качества среды поможет избежать изменения глобального характера. Исходя из оценки определяются цели планирования и оптимизации условий жизни людей всей планеты.

ГЛАВА 2. РАЙОН И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА Г. НАДЫМ

Надым - город в Ямало-Ненецком автономном округе России, расположен в 6,5 километрах к западу от реки Надым, административный центр Надымского района. Площадь города составляет 185 км². Надым является одним из ключевых центров газодобычи в регионе. Здесь находятся газоперерабатывающие и газотранспортные объекты, связанные с разработкой ямальских газовых месторождений.

Согласно ландшафтному районированию, Надым располагается на границе трёх географических подзон: южной тундры, лесотундры и северной тайги. Наиболее распространены тундровые глеевые почвы. На хорошо дренированных участках, покрытых лесом, формируются подзолистые гумусово-иллювиальные и подзолистые гумусово-железисто-иллювиальные почвы, торфяно- и торфянисто-подзолистые. На плохо дренированных массивах образуются торфянистые и торфяно-болотные почвы. В долинах рек образуются дерновые луговые почвы, которые при длительном увлажнении сменяются болотными.

Среди современных физико-геологических процессов и явлений на данной территории имеют развитие криогенные процессы, обводнение и заболачивание, реже наблюдаются процессы эрозии, локальное распространение имеют эоловые процессы. Криогенные процессы на участках, сложенных мерзлыми грунтами, представлены сезонным и многолетним пучением, термокарстовыми образованиями, развитием полигонально-жильных льдов. На талых участках имеют место процессы новообразования многолетнемерзлых пород, обводнение территории и сезонное пучение грунтов.

В целом ландшафты района отличаются низкой потенциальной устойчивостью к техногенным воздействиям, в особенности на участках

распространения многолетней мерзлоты. Процессы самовосстановления замедлены.

Климатические характеристики района приняты по данным метеостанции Надым по "СНиП 23-01-99. Строительная климатология" [Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, Госстрой России, М., 2000 г], "Климатической характеристике зоны освоения нефти и газа Тюменского севера" [Омское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, Л., Гидрометеиздат, 1982 г.].

Избыточная влажность, суровая зима с метелями, мощный снежный покров являются отличительными чертами климата данной местности.

Абсолютная минимальная температура воздуха составляет - 58°C, абсолютная максимальная температура воздуха составляет + 35°C, средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца составляет + 20,9 °C, средняя месячная температура воздуха наиболее холодного месяца составляет - 24,5°C.

Таблица 1

Средняя месячная температура воздуха в городе Надым, °C .

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
-24,5	-24,0	-16,8	-8,8	-1,0	8,8	15,5	11,4	5,6	-5,4	-16,1	-21,9

Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца составляет 78%, наиболее теплого месяца - 70%.

Таблица 2

Средняя месячная и годовая суммы осадков , мм

январь	май	июнь	июль	сентябрь	октябрь	за год
19	34	57	60	62	44	432

Данные о температуре воздуха за 2022 год взяты с сайта "Расписание Погоды", rp5.ru [http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=23445&lang=ru].

Таблица 3

Средняя месячная температура воздуха в городе Надым за 2022 г., °С

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
-18,7	16,0	13,0	-4,12	7,58	13,6	16,0	14,1	5,88	1,10	-	-
1	2	7			2	7	8			17,3	20,0
										0	2

Абсолютная минимальная температура воздуха составляет $-39,4^{\circ}\text{C}$ (25.11.2022), абсолютная максимальная температура воздуха составляет $+25^{\circ}\text{C}$ (23.06.2022). Сумма положительных температур $+1872,282^{\circ}\text{C}$, средняя положительная температура воздуха $+20,9^{\circ}\text{C}$. Сумма отрицательных температур $-2791,46^{\circ}\text{C}$, средняя отрицательная температура воздуха составляет $-14,3^{\circ}\text{C}$.

Таблица 4

Даты устойчивого перехода, через температурные рубежи

Весенняя дата устойчивого перехода через 0°C	08.05.2022
Весенняя дата устойчивого перехода через $+5^{\circ}\text{C}$	07.06.2022
Весенняя дата устойчивого перехода через $+10^{\circ}\text{C}$	15.06.2022
Осенняя дата устойчивого перехода через $+10^{\circ}\text{C}$	22.09.2022
Осенняя дата устойчивого перехода через $+5^{\circ}\text{C}$	15.10.2022
Осенняя дата устойчивого перехода через 0°C	21.10.2022

В современном озеленении северных городов широко представлены лиственницы, сосны, ели, берёзы, кедры и ивы. Характерной чертой перечисленных пород деревьев является морозоустойчивость, которая обуславливает высокую приспособленность этих пород к суровым природно-климатическим условиям Севера [Сродных, 2005].

На территории города 5 продольных и 4 поперечные основные улицы (Рисунок 1, Таблица 5).

Сведения по озеленению основных улиц города Надыма.

	Улица	Протяжённость, км	% озеленения
Продольные	Набережная им. Оруджева	1,7	43
	Ленинградский проспект	1,2	38
	Зверева	2,5	57
	Заводская	2,2	17
	8-й проезд	2,2	13
Поперечные	Рыжкова – 13-й проезд	1	32
	Геологоразведчиков – Пионерская	1	53
	Комсомольская – Ямальская – 1-й проезд	3,5	65
	Полярная – Кедровая – Топчева – 14-й проезд	3,1	11

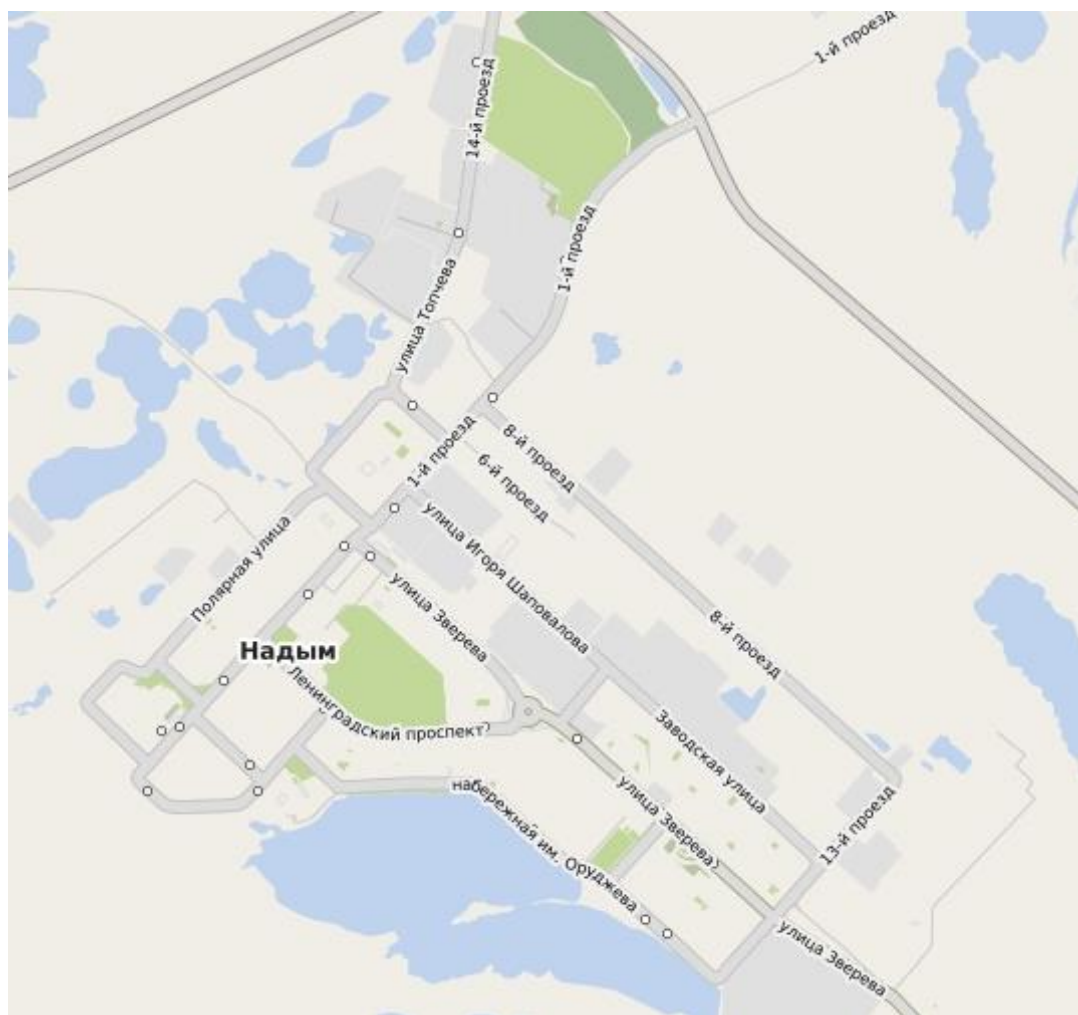


Рис.1. Схема расположения улиц в г. Надыме (SASPlanet)

К насаждениям общего пользования в Надыме относятся следующие объекты: кедрово-лиственничный парк имени Козлова; кедровая роща (северная окраина города, район посёлка Лесной); сквер на пересечении улиц Пионерской и Щербины; бульвар Стрижова; насаждения на основных улицах города: улица Зверева, Ленинградский проспект, Комсомольская и др.

В городе Надым сотрудниками Научного центра изучения Арктики проводились исследования насаждений в 2015 г. и в 2019 г.

В 2015 году была осмотрена растительность на основных улицах города: Зверева, Комсомольской и Ямальской.

По результатам оценки состояния древостоя было выявлено следующее: на улице Зверева 33% деревьев находились в хорошем состоянии без признаков ослабления, 40,3% - ослабленные, 26,7% - сильно ослабленные. Основная доля преобладающих видов растений – берёза пушистая (69,3%) и ива (84,2%) – были

отнесены к группе с ослабленным и сильно ослабленным состоянием. Только 29,6% экземпляров берёзы пушистой и 8,7% экземпляров ивы были отнесены к группе с хорошим состоянием без признаков ослабления. Высокие показатели состояния наблюдаются у видов с меньшим долевым участием в озеленении.

В 2019 г. существенных изменений в видовом составе и состоянии древостоя выявлено не было. Были добавлены результаты осмотра насаждений по ул. Набережная имени Оруджева, проспект Ленинградский, ул. Рыжкова – 13-й проезд и ул. Полярная – Кедровая – Топчева – 14-й проезд.

На улице Комсомольская доля деревьев в хорошем состоянии без признаков ослабления здесь увеличилась 58,1%. Количество экземпляров, находящихся в удовлетворительном состоянии, наоборот, снизилось 34,8% - ослабленные, 7,1% - сильно ослабленные. Осина, рябина сибирская, сосна сибирская относятся к категории в хорошем состоянии.

Древесная растительность улицы Ямальская характеризуется следующей ситуацией: 54,7% деревьев находятся в хорошем состоянии без признаков ослабления. К группе с удовлетворительным состоянием относится 32,4% - ослабленные, 12,9% - сильно ослабленные. Осина, ель сибирская, лиственница сибирская и сосна обыкновенная были отнесены к категории здоровых деревьев без признаков ослабления.

Таким образом, в зелёных насаждениях всех исследованных объектов преобладающим видом является берёза пушистая. Ива в большей степени встречается в насаждениях улиц Зверева (19,4%) и Комсомольская (17,9%).

На улице Зверева в хорошем состоянии без признаков ослабления произрастает 33% деревьев, на улице Комсомольской к этой группе относится 58,1% деревьев, на улице Ямальская – 54,7%, на улице набережной им. Оруджева 47,2%, на Рыжкова – 19,8%.

В озеленении исследованных улиц преобладают лиственные породы деревьев, доля которых составляет 85,2%, на долю хвойных пород деревьев приходится 14,8%.

В 2022 году, по результатам полевой практики, в городе Надыме существенных изменений в видовом составе не выявлено. Подробное описание

растительности за 2022г. представлено в таблице (по ссылке <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1A1MCtfpZeAKLqiWBYsnTAshdhuHF7z7S/edit?usp=sharing&oid=112948512962295121816&rtpof=true&sd=true>).

Нами была выявлена доля участия различных пород в зеленых насаждениях г. Надыма, таблица представлена в приложении (Приложение 1).

По результатам оценки состояния древостоя можно отметить следующее:

- в парке им. Козлова 53,3% деревьев находятся в хорошем состоянии без признаков ослабления. К группе с удовлетворительным состоянием относится 46,6% деревьев (из них 26,6% - ослабленные, 20% - сильно ослабленные). В парке было выявлено 22 вида высших сосудистых растений, в древостое доминируют - берёза пушистая и сосна кедровая.

- в Кедровой роще 41,6% деревьев находятся в хорошем состоянии без признаков ослабления. К группе с удовлетворительным состоянием относится 58,4% деревьев (из них 50% - ослабленные, 8,3% - сильно ослабленные). Выявлено 20 вида высших сосудистых растений, основным является – сосна кедровая.

- в 30 км от города в районе Профилактория следующая ситуация: 41,3% деревьев находятся в хорошем состоянии без признаков ослабления. К группе с удовлетворительным состоянием относится 58,7% деревьев (из них 30% - ослабленные, 28,7% - сильно ослабленные). Выявлено 17 видов высших сосудистых растений, но основу проективного покрытия составляют мхи, лишайники.

Среди изученных участков наблюдалось заметное варьирование биоразнообразия, связанное с экологическими условиями и плотностью покрытия.

Наименьшее количество видов наблюдалось в коммунально-складской (промышленной зоне). Встречались виды: береза пушистая, ивы, кострец безостый, вейник наземный, иван-чай узколистный, скерда кровельная, очанка холодная, пырей ползучий, мелкопестник острый, ястребинка зонтичная, одуванчик лекарственный, подорожник большой, полынь обыкновенная, мятлик луговой и ячмень гривастый.

В болотистой местности и по берегу озера встречались характерные виды, такие как: ива козья, полевика гигантская, полевика побегообразующая, вейник тростниковый, вейник наземный, хвощ болотный, очанка холодная, осока дернистая, сабельник болотный, щавель водный, щучка дернистая, подмаренник болотный, мытник болотный, кипрей болотный, клевер средний и ползучий.

В городе Надым имеются заброшенные, незастроенные участки, пустыри. В районе пустырей произрастают: береза пушистая, рябина обыкновенная, ива козья, тысячелистник обыкновенный, полевика побегообразующая, вейник тростниковый, вейник Лангсдорфа, иван-чай узколистый, овсяница овечья, овсяница красная, ситник трехраздельный, ромашка ободранная, погребок малый, клевер средний и ползучий, полынь обыкновенная, пижма обыкновенная, одуванчик лекарственный и ячмень гривастый.

Большим видовым разнообразием отличаются районы гаражных кооперативов. Встречаются виды: Береза пушистая, ива козья, шиповник иглистый, очанка холодная, вейник разнообразных видов, мелколепестник острый, ястребинка зонтичная, ромашка, донник желтый, погребок малый, лапчатка средняя, полынь и пижма обыкновенные, одуванчик ободранный.

Увеличивается число видов на основных улицах города. Вдоль автодорог и возле административных зданий можно встретить такие виды: береза пушистая, лиственница сибирская, ель обыкновенная, сосна обыкновенная, сосна кедровая, рябина обыкновенная, ива разнообразных видов, шиповник иглистый, кострец безостый, голубика, брусника, вейник наземный, вейник тростниковый, вейник Лангсдорфа, иван-чай узколистый, мелколепестник острый, овсяница овечья, клевер средний.

Наибольшее количество видов растений находится в центральной части города в парке им. Козлова. Можно встретить такие виды: береза пушистая, лиственница сибирская, осина, рябина обыкновенная, ива разнообразных видов, шиповник иглистый, береза карликовая, голубика, тысячелистник обыкновенный, вейник наземный, мелколепестник острый, овсяница овечья, ястребинка зонтичная, золотарник обыкновенный, смолевка татарская, клевер трех видов, пижма обыкновенная.

Заметно отличается видовое разнообразие в фоновых условиях в районе Профилактория. Можно встретить такие виды: ель обыкновенная, сосна кедровая, сосна обыкновенная, береза пушистая, лиственница, береза карликовая, можжевельник обыкновенный, толокнянка, водяника черная, багульник болотный, черника, голубика, брусника, основу проективного покрытия составляют мхи и лишайники.

2.2. УЧАСТКИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для учета параметров были выделены следующие участки (Рисунок 2, Таблица б):

- 1) Зона озелененных территорий общего пользования: кедрово-лиственничный парк им. Козлова, Кедровая роща, насаждения на основных улицах (Линейное озеленение);
- 2) Многофункциональная общественно-деловая зона: музей «Дом природы», бульвар Стрижова;
- 3) Зона застройки среднеэтажными жилыми домами (Внутриворотовое озеленение);
- 4) Коммунально-складская зона (Промышленная зона);
- 5) район Профилактория в 30 км от города – фон.

Характеристика участков исследования

Участок	Местоположение	Тип растительности	Объекты наблюдения
парк им. Козлова	расположен в центре города, между ул. Зверева, Ленинградский проспект и ул. Комсомольской, занимает 0,17 км ² . Оборудован фонарными столбами, асфальтированными дорожками и лавочками.	Кедрово-лиственничный	Береза, лиственница, сосна кедровая
Кедровая роща	находится на окраине города, возле ул. Посёлок Лесной, 1-й и 14-й проезды, занимает 0,25 км ² . Имеются только фонари.	Кедрово-лиственничный	Береза, лиственница, сосна кедровая
район Профилактория	расположен в Надымском районе в 34,2 км от города.	Кедрово-лиственничный	Береза, лиственница, сосна кедровая
Ленинградский проспект (Линейное озеленение)	продольная улица, протяженность 1,7 км	Березовые, ивовые	Береза
Промышленная зона	Коммунально-складская зона	Березовые, ивовые	Береза
ул. Заводская (Внутридворовое озеленение)	продольная улица, протяженность 2,2 км - Зона застройки жилыми домами	Березовые, сосновые	Береза
бульвар Стрижова	Многофункциональная общественно-деловая зона	Березовые	Береза
Музей «Дом природы»	Многофункциональная общественно-деловая зона	Ивовые, березовые	Береза

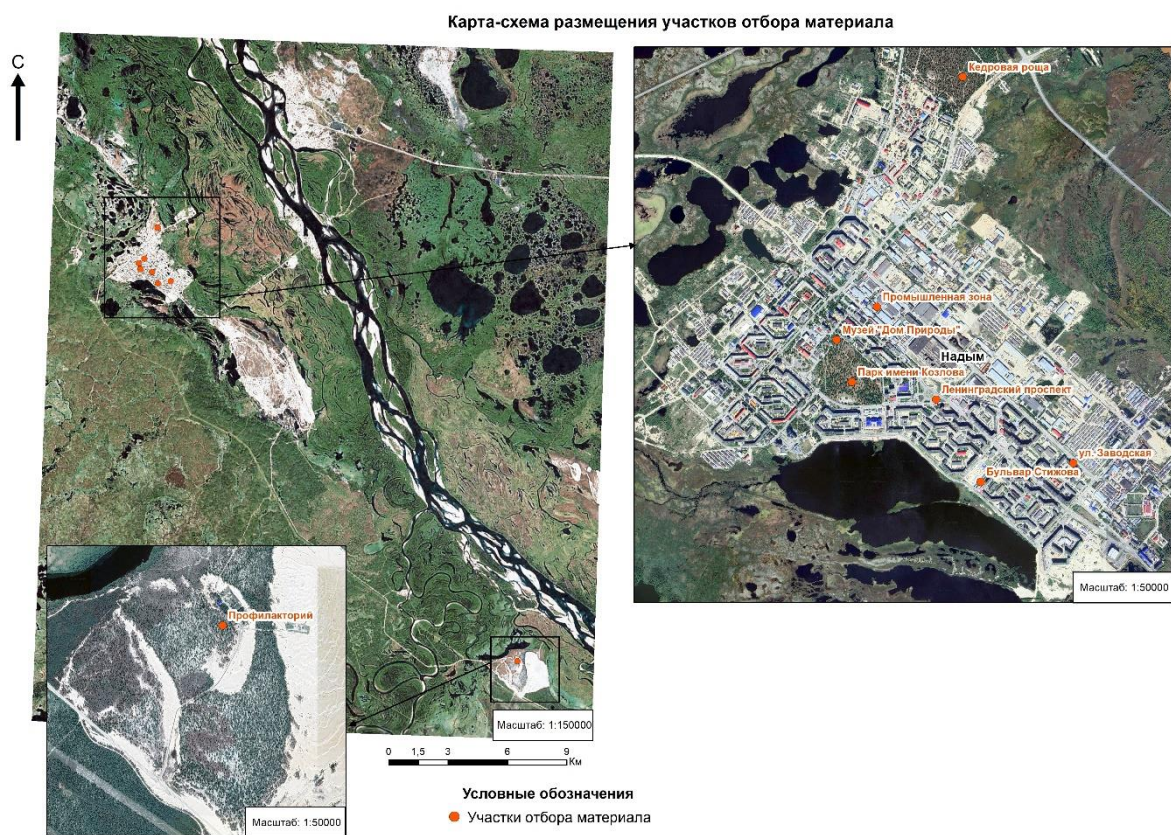


Рис.2. Схема точек сбора материала

2.3. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сбор материала и описания были проведены после остановки роста листьев, во второй половине июля 2022 г.

На первом этапе было описано состояние древесной растительности. Наиболее информативным и удобным является метод В.Т. Ярмишко (1997). Автор рекомендует при описании состояния древесного яруса определять принадлежность каждой особи к одной из пяти категорий жизненного состояния. Категории (Приложение 2) устанавливаются по совокупности признаков состоянию ветвей, ствола, по ажурности кроны, продолжительности жизни хвои, наличию хлороза и некроза хвои. Таким образом, выделяются: здоровые деревья, ослабленные деревья, сильно ослабленные деревья, усыхающие деревья, сухостой.

Полученные данные сведены в таблицу (Приложение 3), в которой вычисляется доля участия породы в сложении древостоя каждого участка, и

затем по доле участия оценивается степень антропогенного влияния на древостой.

После описания древостоя, был проведен сбор материала для биоиндикации различных факторов среды по органам растений.

Для оценки качества воздуха были выбраны хвойные деревья. Сосны могут реагировать на изменения качества воздуха, такие как высокие концентрации загрязняющих веществ, например, оксидов азота и серы. При сильном загрязнении сосны могут проявлять пожелтение и увядание хвои.

Методика индикации чистоты атмосферы по хвое сосны состоит в следующем. В каждой зоне выбиралось по 4 модельных дерева. Каждая выборка включает в себя 40 хвоинок: по 10 хвоинок с каждого растения. Всего 120 хвоинок. Собранный материал упаковывается в полиэтиленовые пакеты, проводится маркировка. Для непродолжительного хранения собранный материал хранился на нижней полке холодильника.

У собранных хвоинок проводился осмотр, затем определялась степень повреждения и усыхания хвои.

Классы повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – хвоинки с небольшим числом мелких пятен; 3 – хвоинки с большим числом черных и желтых пятен. Классы усыхания: 1 – на хвоинках нет сухих участков; 2 – на хвоинках усох кончик 2-5 мм; 3 – усохла 1/3 хвоинки; 4 – вся или большая часть хвоинки сухая. Данные заносятся в рабочую таблицу (Приложение 4). [Рунова Е.М., Чжан С.А., Пузанова О.А., 2009]

После сбора хвоинок, были собраны листья березы пушистой для учета и проведения сравнительного анализа асимметрии листьев методом флуктуирующей асимметрии [Захаров и др., 2000]. Листья были собраны из нижней части кроны дерева с максимального количества доступных веток равномерно вокруг дерева. Все листья, собранные для одной выборки, были сложены в полиэтиленовый пакет с этикеткой, в которой указаны номер выборки, место сбора, дата сбора. Для непродолжительного хранения собранный материал хранился в полиэтиленовом пакете на нижней полке холодильника. Выборка включает в себя 100 листьев: по 10 листьев с 10 растений. Всего 300

листьев. Для каждого листа было измерено пять стандартных морфометрических признака (с левой и с правой стороны листа) (Рисунок 3):

- ширина левой и правой половинок листа;
- длина жилки второго порядка, второй от основания листа;
- расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка;
- расстояние между концами этих жилок;
- угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой [Захаров и др., 2000].

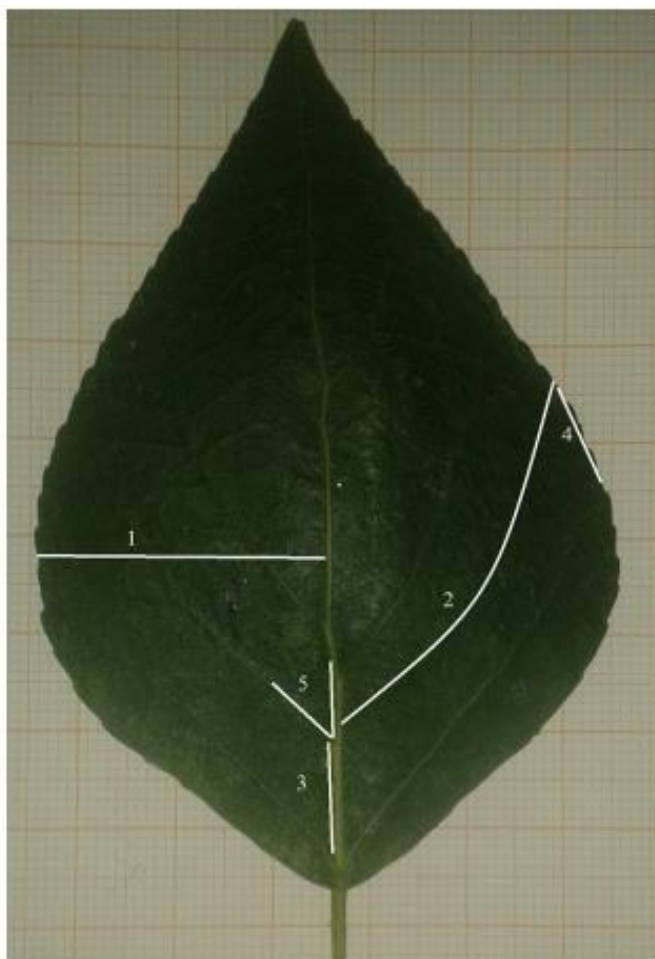


Рис.3. Схематичное изображение листовых пластинок с указанием измеряемых морфометрических билатеральных признаков в соответствии с рекомендацией Захарова.

Все измерения проводились в миллиметрах и градусах.

Таким образом, измеряются:

1. ширина половинки листа (посредине листовой пластинки);

2. длина второй от основания листа жилки (слева и справа от центральной жилки);
3. расстояние между первой и второй жилкой, считая от черешка, в месте прикрепления их к центральной жилке (слева и справа);
4. расстояние между первой и второй жилкой, считая от черешка, с внешнего края листа (слева и справа от центральной жилки);
5. угол наклона второй жилки к центральной (слева и справа).

Все полученные данные были оформлены в виде таблицы (Приложение 5).

Оценка стабильности развития по каждому признаку сводится к оценке асимметрии. Величина асимметрии у каждой особи рассчитывается как средняя арифметическая суммы относительной величины асимметрии по всем признакам, отнесенная к числу используемых признаков.

Чтобы получить интегральный показатель стабильности развития, сначала рассчитывают среднюю относительную величину асимметрии по всем признакам для каждого листа, поделив разность промеров слева и справа на их сумму, по формуле (1):

$$\left| \frac{L-R}{L+R} \right|, (1)$$

где L – значение морфометрического признака с левой стороны листовой пластины,

R – значение морфометрического признака с правой стороны листовой пластины.

Затем вычисляют среднюю величину асимметрии для листа по всем признакам. Для этого суммируют значения относительных величин асимметрии по каждому признаку и делят на число признаков по формуле (2):

$$\Phi A = \sum \left(\frac{L_j - R_j}{L_i + R_i} \right) / n, (2)$$

где n – количество листовых пластин.

Интегральный показатель стабильности развития, рассчитывался как арифметическое среднее ΦA по признакам.

Для подтверждения полученных результатов был выполнен расчет интегрального показателя стабильности развития по формуле Гелашвили

(Формула 3). Автор при вычислении индекса асимметрии предлагает проводить одновременно и суммирование, и нормирование отличий между сторонами по всем признакам [Гелашвили и др., 2004].

$$\Phi A = 1 - \sum \left(\frac{2 * L_j * R_j}{L_j^2 + R_j^2} \right), \quad (3)$$

где L – значение морфометрического признака с левой стороны листовой пластины,

R – значение морфометрического признака с правой стороны листовой пластины.

Результаты вычислений заносятся в таблицу (Таблица 9,10).

Далее рассчитывают среднее арифметическое по этому показателю для всех листьев с одной модельной площадки.

На последнем этапе вычисляется интегральный показатель стабильности развития – величина среднего относительного различия между сторонами на признак. Для этого вычисляют среднее арифметическое всех величин асимметрии для каждого листа. Это значение округляется до третьего знака после запятой (Таблица 11).

Полученные данные удобно оценивать по пятибалльной шкале отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития (Таблица 7) [Стрельцов,2003].

Таблица 7

Шкала оценки качества среды по значению интегрального показателя стабильности развития по Стрельцову (Стрельцов,2003)

Виды	Балл				
	1	2	3	4	5
Береза	<0,055	0,056-0,060	0,061-0,065	0,065-0,070	>0,070
Все виды растений	<0,0018	0,0019-0,0089	0,009-0,022	0,022-0,040	>0,040

Примечание: 1-чисто; 2-относительно чисто («норма»); 3-загрязнено («тревога»); 4-грязно («опасно»); 5-очень грязно («вредно»).

ГЛАВА 3. ВЛИЯНИЕ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД

По состоянию листьев березы пушистой, хвой сосны кедровой и лиственницы оценивалось влияние городской среды.

3.1. АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ

Результаты анализа листовых пластин березы, произрастающей на различных участках г. Надым показали неравномерное развитие билатеральных морфометрических признаков (Таблица 8).

По признаку «ширина половины листа» значения правой и левой части листьев варьируют от $17,26 \pm 2,64$ мм в районе Профилактория до $24,6 \pm 1,90$ мм в Промышленной зоне при общем среднем значении показателя ФА 0,034.

По признаку «длина второй от основания жилки листа» - от $24,74 \pm 3,65$ мм в районе Профилактория до $36,7 \pm 4,45$ в Промышленной зоне при общем среднем значении показателя ФА 0,027.

По признаку «расстояние между основаниями первой и второй жилок» от $5,4 \pm 1,26$ мм в Жилой зоне до $8,3 \pm 3,02$ мм в Промышленной зоне при общем среднем значении показателя ФА 0,119.

По признаку «расстояние между концами жилок первого и второго порядка» – от $8,90 \pm 1,92$ мм в районе Профилактория до $12,4 \pm 2,59$ в Промышленной зоне мм в при общем среднем значении показателя ФА 0,068.

По признаку «угол между главной жилкой и второй от основания листа жилкой» – от $32,4 \pm 13,98$ мм Линейное озеленение до $37,65 \pm 7,30$ мм в парке им. Козлова при общем среднем значении показателя ФА 0,035.

Наиболее устойчивым по показателю флуктуирующей асимметрии оказался второй признак - длина второй от основания жилки листа, наиболее критичным оказался третий признак - расстояние между основаниями первой и второй жилок.

Средние значения показателей левой и правой части листовой пластинки березы, произрастающей на территории г. Надым, 2022 год

Место сбора проб	Ширина половинки листа		Длина жилки второго порядка		Расстояние между основаниям и первой и второй жилок второго порядка		Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка		Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка	
Парк им. Козлова	23,15 ±3,87	22,98 ±3,69	33,41 ±6,28	33,64 ±6,61	6,73± 2,14	6,88± 1,69	11,91 ±3,27	11,53 ±3,27	37,39 ±7,13	37,65 ±7,30
Кедровая роща	20,18 ±3,56	19,92 ±3,64	28,50 ±5,69	28,56 ±5,86	5,40± 1,75	5,52± 1,74	10,42 ±2,07	10,24 ±2,31	36,30 ±5,46	35,82 ±4,37
Фон (Профильный)	17,44 ±2,39	17,26 ±2,64	24,74 ±3,65	25,02 ±3,50	5,76± 1,51	5,68± 1,41	8,96± 2,27	8,90± 1,92	35,54 ±5,01	35,08 ±5,83
Музей «Дом природы»	20,55 ±3,72	20,42 ±3,60	30,27 ±4,42	30,35 ±4,56	7,15± 1,67	7,30± 1,80	10,57 ±2,78	10,22 ±2,34	35,90 ±7,18	36,13 ±6,88
Линейное озеленение	20,95 ±3,86	20,9± 4,18	30±5, 12	30,6± 4,81	6,95± 1,32	6,2±1 ,32	10±1, 97	10,4± 2,21	32,4± 3,98	33,7± 3,84
бульвар Стрижова	19,15 ±2,58	19,15 ±3,13	26,4± 4,65	26,95 ±4,37	5,9±2 ,31	6,3±2 ,15	9,35± 1,60	9,25± 2,00	35,35 ±5,65	34,4± 4,68
Промышленная зона	24,5± 2,27	24,6± 1,90	36,1± 4,77	36,7± 4,45	7,3±2 ,31	8,3±3 ,02	12,1± 1,91	12,4± 2,59	36,5± 6,69	37,3± 5,83
Внутридворовое озеленение	24±3, 30	22,6± 1,96	34,7± 5,06	33,9± 3,54	5,4±1 ,26	5±2,0 5	9,3±1, 83	9,1±1, 73	35,2± 3,05	35±4, 71

Значение показателей флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы по Захарову (2000), произрастающей на территории г. Надым 2022 год.

Место сбора проб	Ширина половины жилки листа	Длина жилки второго порядка	Расстояние между основаниям и первой и второй жилки второго порядка	Расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка	Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка	Интегральный показатель стабильности развития
Парк им. Козлова	0,032	0,027	0,103	0,066	0,053	0,056±0,031
Кедровая роща	0,033	0,019	0,109	0,047	0,032	0,048±0,036
Фон (Профилактический)	0,032	0,025	0,097	0,068	0,022	0,048±0,033
Музей «Дом природы»	0,045	0,036	0,110	0,064	0,042	0,059±0,030
Линейное озеленение	0,026	0,025	0,090	0,069	0,027	0,048±0,030
бульвар Стрижова	0,042	0,025	0,136	0,055	0,039	0,060±0,044
Промышленная зона	0,018	0,025	0,164	0,088	0,037	0,067±0,061
Внутридворовое озеленение	0,041	0,034	0,143	0,088	0,025	0,067±0,049

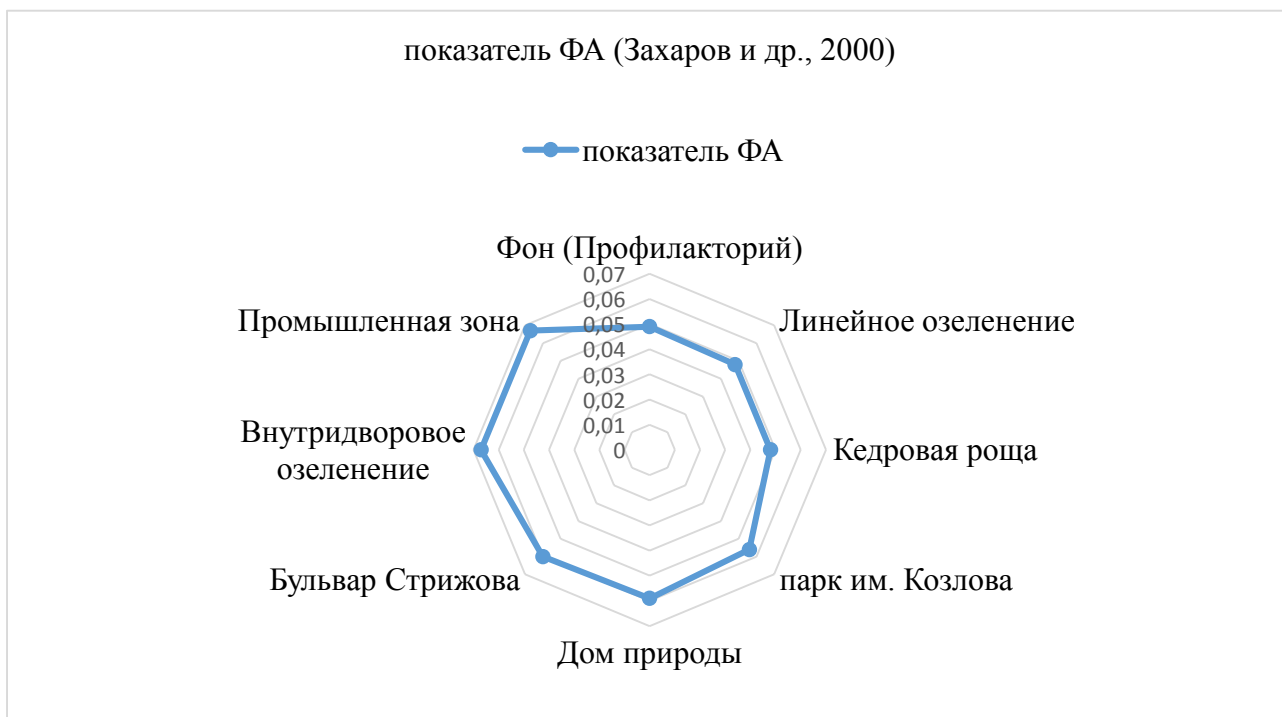


Рис.4. Значение показателей флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы

Таблица 10

Значение показателей флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы, произрастающей на территории г. Надым по Гелашвили (2004), 2022 год.

Место сбора проб	Ширина половины листа	Длина жилки второго порядка	Расстояние между основаниям и первой и второй жилок второго порядка	Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка	Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка	Интегральный показатель стабильности и развития
Парк им. Козлова	0,003	0,003	0,039	0,015	0,012	0,014±0,015
Кедровая роща	0,004	0,001	0,044	0,007	0,005	0,012±0,018

Место сбора проб	Ширина половинки листа	Длина жилки второго порядка	Расстояние между основаниями и первой и второй жилок второго порядка	Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка	Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка	Интегральный показатель стабильности и развития
Фон (Профилактический)	0,003	0,003	0,043	0,014	0,004	0,013±0,017
Музей «Дом природы»	0,006	0,005	0,039	0,014	0,009	0,015±0,014
Линейное озеленение	0,002	0,002	0,025	0,013	0,003	0,009±0,010
бульвар Стрижова	0,005	0,003	0,057	0,009	0,007	0,016±0,023
Промышленная зона	0,001	0,003	0,105	0,026	0,005	0,028±0,044
Внутридворовое озеленение	0,005	0,004	0,076	0,026	0,003	0,023±0,031

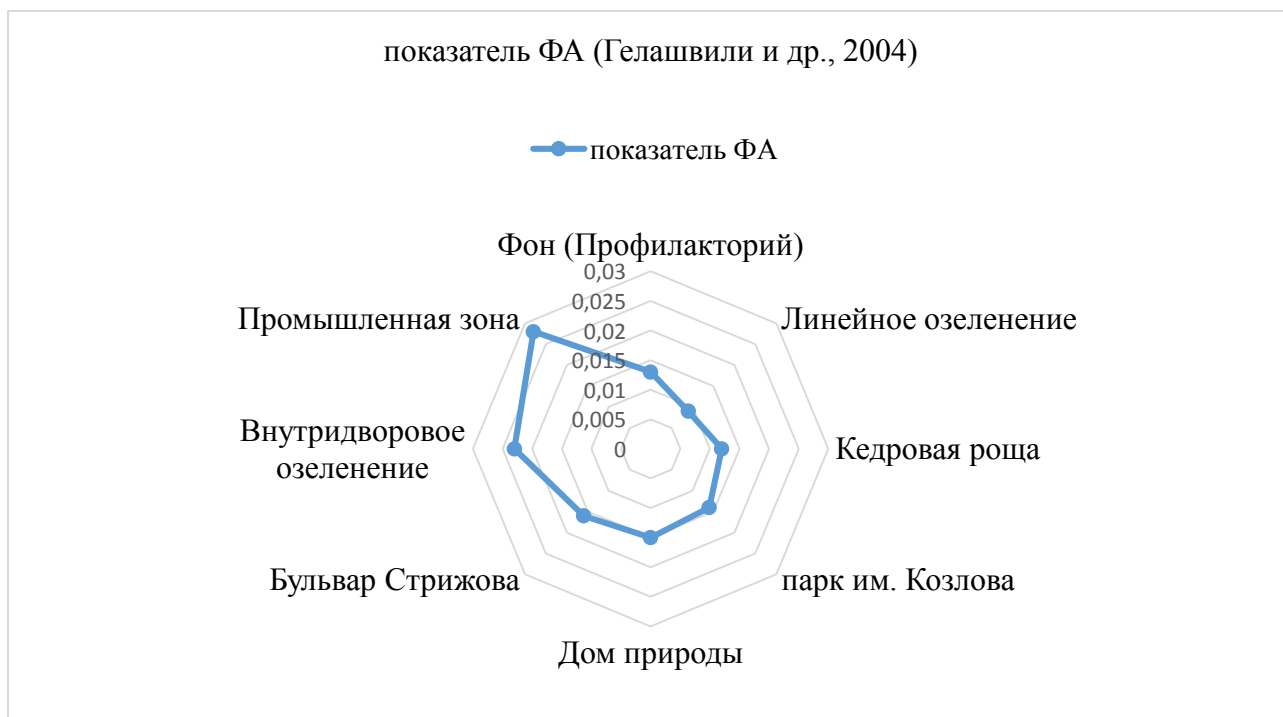


Рис.5. Значение показателей флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы

Таблица 11

Значение показателей флуктуирующей асимметрии листовых пластин березы, произрастающей на территории г. Надым, 2022 год.

Показатель ФА	Участки							
	Фон (Профилаторий)	Зона территорий общего пользования			Многофункциональная общественно-деловая зона		Внутриворонное озеленение	Промышленная зона
		Линейное озеленение	Кедровая роща	Парк им. Козлова	Музей «Дом природы»	Бульвар Стрижова		
Захаров и др., 2000	0,049±0,033	0,048±0,030	0,048±0,036	0,056±0,031	0,059±0,030	0,060±0,044	0,067±0,049	0,067±0,061
Гелашвили и др., 2001,2004	0,013±0,017	0,009±0,010	0,012±0,018	0,014±0,015	0,015±0,014	0,016±0,023	0,023±0,031	0,028±0,044

Полученные данные оценивались по адаптированной к условиям обитания березы повислой пятибалльной шкале, разработанной А.Б. Стрельцовым (Таблица 7).

Таблица 12

Интегральный показатель стабильности развития листовых пластин березы, произрастающей на территории г. Надым, 2022 год.

Место сбора проб	Интегральный показатель стабильности развития	Баллы	Качество среды
Парк им. Козлова	0,056±0,031	2	«норма»
Кедровая роща	0,048±0,036	1	«чисто»
Фон «Профилакторий»	0,049±0,033	1	«чисто»
Музей «Дом природы»	0,059±0,030	2	«норма»
Линейное озеленение	0,048±0,030	1	«чисто»
бульвар Стрижова	0,060±0,044	2	«норма»
Промышленная зона	0,067±0,061	4	«опасно»
Внутридворовое озеленение	0,067±0,049	4	«опасно»

Расчет интегрального показателя стабильности растительности (Таблица 12) показал, что район Профилактория, Кедровая роща и линейное озеленение относятся к территориям с качеством среды, описываемым как «чисто» (1 балл по шкале Стрельцова); парк им. Козлова, музей «Дом природы», бульвар Стрижова – «норма» (2 балла); внутридворовое озеленение и промышленная зона – «опасно» (4 балла).

По полученным данным, можно сделать вывод, что качество среды в коммунально-складской и жилой зоне не соответствует нормальному уровню и в случае присутствия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, их содержание превышает норму. Причиной высокого показателя флуктуирующей

асимметрии в жилой зоне может быть отсутствие организованного паркинга во дворах, по правилам СанПин. Стоит понимать, что учитывается максимальное количество влияющих факторов и вычлениить один из них практически не возможно. Так же при данном методе исключаются воздействия различных биологических особенностей вида-биоиндикатора на исследуемый показатель, которые необходимо учитывать для получения корректных результатов [Захаров и др., 2001].

Площадь листовой поверхности, очень важный оцениваемый параметр для городских древесных насаждений, поскольку он определяет очень многие показатели комфортности среды или функционирования зеленых насаждений с точки зрения проживающего там населения. Листовая поверхность обеспечивает газообмен, теплообмен, тень в жаркую погоду, увеличивается площадь поглощения загрязняющих веществ. Как влияет городская среда на изменение площади листовой поверхности актуальная задача для арктических городов, где в целом не много зеленых насаждений в силу климатических условий.

Согласно исследованиям, проводимых в разных районах города, площадь листовой пластики реагирует на загрязнение. Загрязнение для большинства растений рассматривается как негативный фактор, при котором площадь листовой пластики должна снижаться, приобретая ксероморфную форму строения [Мигалина и др. 2010, Неверова, Колмогорова, 2002].

С другой стороны, это зависит от части ареала где находится растение, которое мы рассматриваем. Например, для березы повислой которая более теплолюбива по сравнению с березой пушистой, на северной границе ареала, наоборот, увеличение загрязнения может рассматриваться как фактор не стрессовой ситуации, а об оптимизации условий среды, что может говорить об увеличении площади листовой пластинки [Мигалина, 2011].

Причиной увеличения размеров листьев в городской среде так же может быть большее содержание азота в почве и более высокая концентрация CO₂ в воздухе [Кулагин, 1974].

Площадь листовых пластин рассчитана с помощью палетки, толщиномером была определена толщина листовых пластин, данные занесены в

таблицу (Таблица 13, Рисунок 6). Максимальные показатели по двум признакам, в парке им. Козлова. Самые мелкие и тонкие, в районе Профилактория.

Таблица 13

Значение показателей толщины и площади листовых пластин березы, произрастающей на территории г. Надым, 2022 год.

Участок	Толщина (мм)	Площадь (см ²)
Фон (Профилакторий)	0,198±0,007	11,29±2,92
Линейное озеленение	0,212±0,013	15,66±2,19
Кедровая роща	0,210±0,012	14,39±4,50
парк им. Козлова	0,215±0,012	21,52±3,38
музей «Дом природы»	0,208±0,009	16,48±3,16
бульвар Стрижова	0,208±0,002	12,47±3,98
Внутридворовое озеленение	0,220±0,019	18,47±4,37
Промышленная зона	0,197±0,011	23,15±5,59

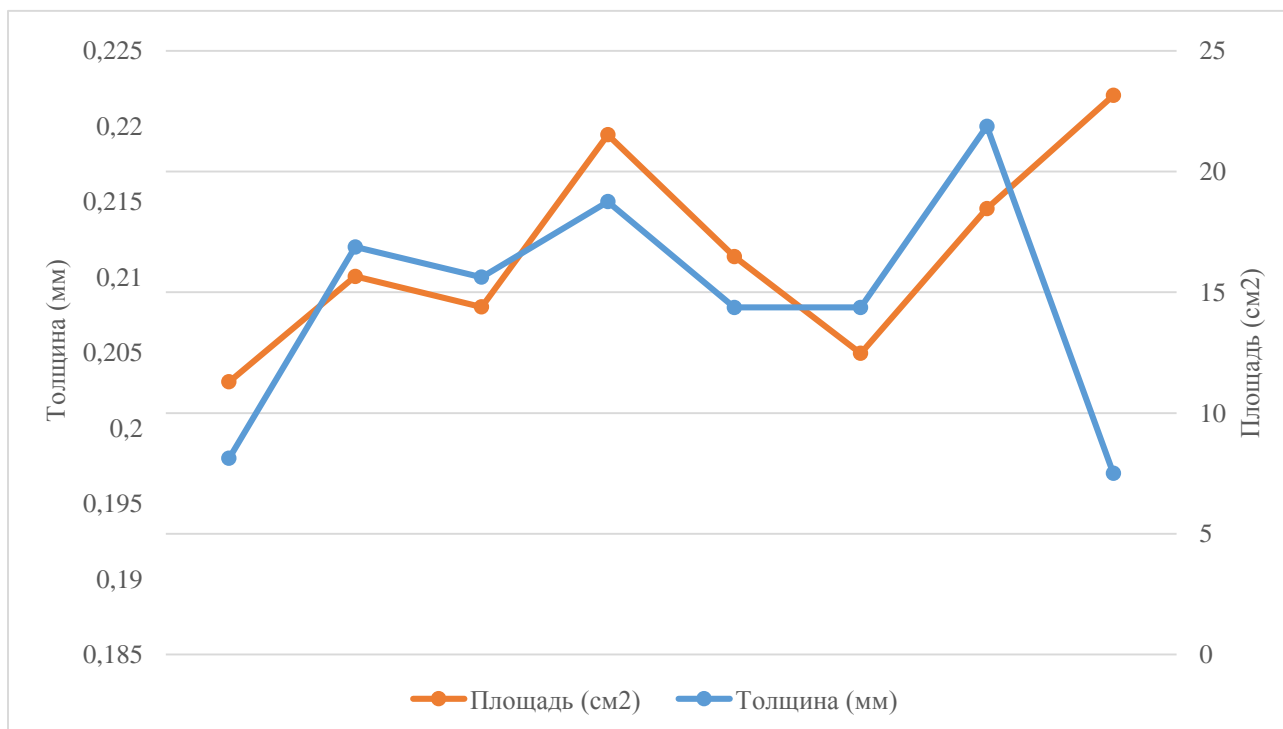


Рис.6. Показатели площади и толщины листовых пластин березы (средние значения)

При измерении площади и толщины листовых пластин *Betula pubescens* Ehrh, корреляции с показателями ФА замечено не было. В городе, показатели листовых пластин оказалась больше, чем в фоновых условиях. Размеры листа берез имеют тесную связь с географическим положением популяций. Согласно исследованиям С.В. Мигалиной у *Betula pubescens* на северном и южном участках ареала размеры листа уменьшались [Мигалина, 2011], и, в целом, в неблагоприятных условиях у этого вида происходит уменьшение листа, связанное с его адаптациями к экологическому стрессу [Givnish, 1987]: уменьшение площади листовой пластины способствует поддержанию благоприятной температуры листовой поверхности и повышению эффективности использования воды [Parkhurst, Loucks, 1972]. Таким образом, рост показателя площади листовой пластины может свидетельствовать об относительном приближении экологических условий в черте города к значениям экологического оптимума по некоторым показателям.

Учитывая, наблюдающийся в г. Надыме эффект «теплового острова», можем предположить, что более высокие средние температуры воздуха, особенно в весенний и раннелетний период, могли привести к такому эффекту. Прямая корреляция площади листовой пластины *Betula pubescens* от среднегодовой температуры на северной границе ареала отражена в исследовании С.В. Мигалиной [Мигалина, 2011], где также отмечается связь площади листовой пластины и фотосинтеза с концентрацией углекислого газа и плодородия почв. Таким образом, рост листовой пластины может быть спровоцирован ростом концентрации углекислого газа, благодаря эмиссии от автотранспорта, предприятий и организаций города, а также относительным богатством почв в городе по сравнению с фоном. Заметная синантропизация больших поверхностей почвенного покрова в парке им. Козлова, с высокой степенью присутствия луговых опушечных видов. Могла способствовать снижению стрессовых параметров почвенного питания для березы, и как следствие – к росту площади листовой пластинки.

В неблагоприятных условиях происходит и утолщение листьев. Увеличение толщины листовой пластинки способствует продуктивности

фотосинтеза. Формирование ксероморфного строения листьев в северных популяциях может быть вызвано приспособлением листового аппарата к особым климатическим условиям [Кислюк, Шейнина, 1985].

Листья находясь в состоянии стресса активно запасают влагу, в следствие чего становятся более устойчивы к водному и азотному дефициту. Можно сделать вывод, что увеличение толщины листа так же может быть связано с адаптацией к недостатку азотного питания [Wright et al., 2002].

Приспособление листа *Betula pubescens* к неблагоприятным климатическим условиям проявилась в уменьшении листовой поверхности и увеличении толщины, что способствует сокращению транспирационных потерь и оптимизации газообмена. В промышленной зоне произошло увеличение площади листьев и уменьшение толщины.

В городе загрязнение атмосферного воздуха, до определенного предела, способствует росту листовой поверхности. Но, само состояние листовой пластинки хуже, видны следы повреждения. Более раннее начало фенологического периода в городах, тоже может негативно повлиять на состояние древесных зеленых насаждений в определенные годы. Например, в 2022 году поздний весенний заморозок с 1 по 5 июня с выпадением снега и понижением температур сильным ветром привело к тому что в городе листья были сильно повреждены, в то время как за городом они еще не распустились.

Анализ корреляционной зависимости морфометрических характеристик листовых пластин представлен в приложении (Приложение 6).

Оценка корреляционной зависимости показала, что наибольшая зависимость характерна для флуктуирующей асимметрии и площади, флуктуирующей асимметрии и толщины. Наименьшая, между толщиной и площадью, флуктуирующей асимметрией и толщиной по Спирману.

3.2. АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ С МОРФОМЕТРИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ХВОИ СОСНЫ КЕДРОВОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ

Результаты анализа хвоинок сосны кедровой и лиственницы, произрастающих в трех основных районах г. Надым показали неравномерное развитие морфометрических признаков.

По показателям масса и длина, хвоинки сосны кедровой в парке им. Козлова отличаются неоднородным развитием, при длине 9,6см имеют массу 4,3г. Разницу в показателях массы и длины хвоинок лиственницы, можно заметить в районе Профилактория, при длине 3,1см имеют массу 6г (Таблица 14, Рисунок 7, 8). В районе Профилактория хвоинки лиственницы оказались без пятен и практически без сухих участков.

Таблица 14

Значение показателей длины и массы хвои сосны кедровой и лиственницы, произрастающих на территории г. Надым, 2022 год.

	парк им. Козлова	Кедровая роща	Фон (Профилакторий)
длина хвоинок (см)			
Сосна кедровая	9,6±1,3	7,6±1,3	7,7±0,1
Лиственница	3,4±0,6	3,6±0,5	3,1±0,4
масса (10 хвоинок) (г)			
Сосна кедровая	4,3±0,6	6,3±2,1	7,7±0,6
Лиственница	3±0,1	3	6±0,1

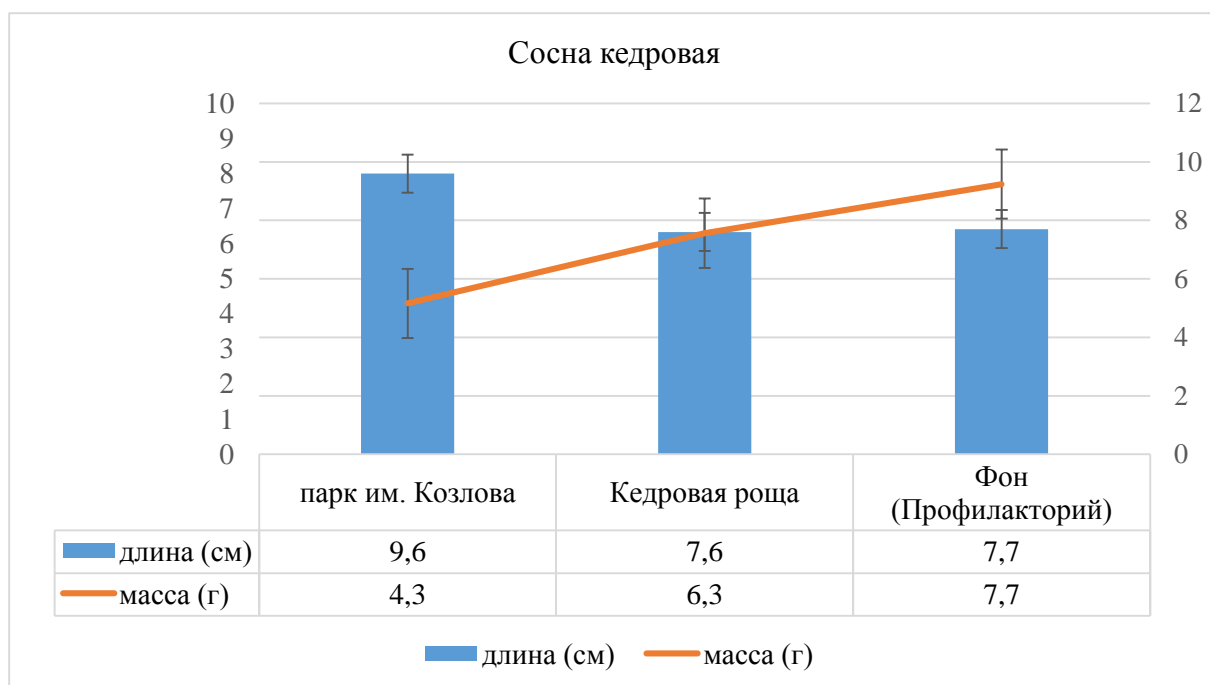


Рис.7. Масса и длина хвоинок сосны кедровой (средние значения)

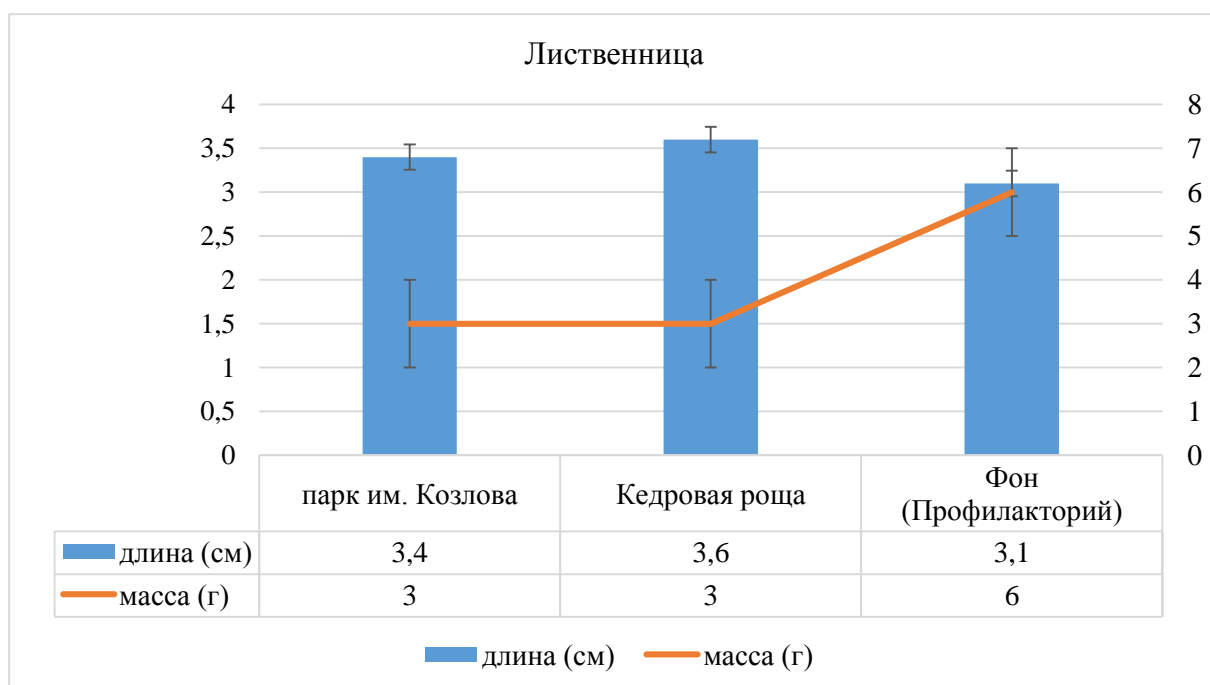


Рис.8. Масса и длина хвоинок лиственницы (средние значения)

Длина хвои сосны кедровой уменьшается по мере отдаления от города, при этом масса обратно пропорционально длине увеличивается.

Длина хвои лиственницы, учитывая стандартное отклонение, одинакова на всех участках, масса резко увеличилась в районе Профилактория.

Известно, что основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городе являются выбросы автомобильных двигателей. Необходимо привести

оценку транспортной нагрузки на исследуемом участке. Сопоставление показателей ФА и степени повреждения хвои с абсолютной величиной (единиц автотранспорта в час) и с балльной оценкой транспортной нагрузки покажет уровень значимости. При этом необходимо учесть состояние дорожного покрытия.

Кроме того, требуется учитывать состояние почвенного покрова, увлажненности и тип растительности.

Важно отметить, что хвоинки сосны могут меняться с возрастом дерева. У молодых сосен хвоинки обычно более короткие и мягкие, тогда как у старых сосен они могут быть более длинными, плотными и жесткими.

Хвоя сосны играет важную роль в защите дерева от потери воды, осуществлении фотосинтеза и защите от холода. Она также выполняет функцию регулирования испарения и передачи питательных веществ по растению.

Так же у хвоинок были определены классы усыхания и повреждения. Классы усыхания: 1 – на хвоинках нет сухих участков; 2 – на хвоинках усох кончик 2-5 мм; 3 – усохла 1/3 хвоинки; 4 – вся или большая часть хвоинки сухая. Классы повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – хвоинки с небольшим числом мелких пятен; 3 – хвоинки с большим числом черных и желтых пятен [Рунова, Чжан, Пузанова, 2009].

Участок №1 – парк им. Козлова. На выбранных деревьях имеется небольшое количество полностью сухих хвоинок - 6,25%; без пятен и сухих концов - 22,5%; основная часть хвоинок имела усохший кончик и небольшое количество пятен - 46,25%; 25% - хвоинок усохли на 1/3.

Участок №2 – Кедровая роща. Модельные деревья на 66,25% состоят из хвоинок с усохшим кончиком; 18,75% - хвоинок без сухих концов и пятен; 2,5% - полностью сухих хвоинок; 12,5% - усохли на 1/3 и имеют пятна.

Участок №3 – район Профилактория. Минимальное количество полностью сухих хвоинок – 1,25%; 36% - без пятен; 37% - с сухим концом и небольшими пятнами; 25% - усохших на 1/3 (Рисунок 9).

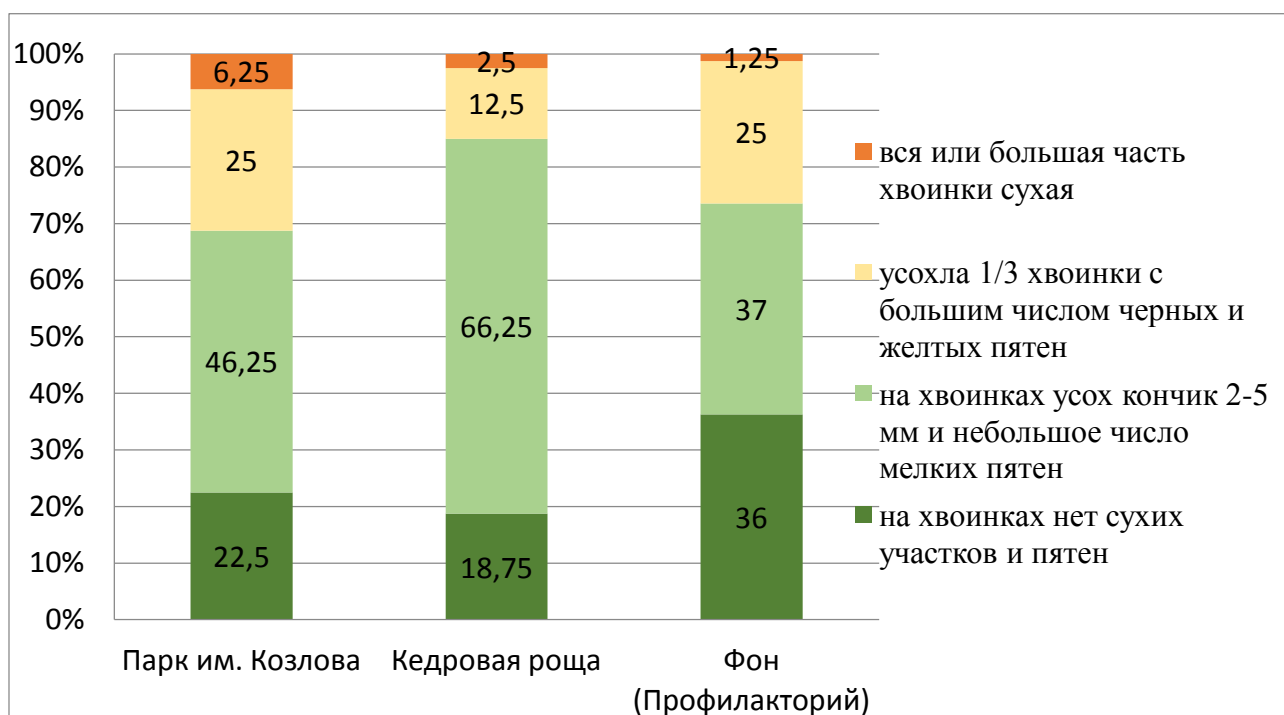


Рис.9. Характер повреждения хвои на модельных деревьях сосны кедровой и лиственницы, произрастающих на территории г.Надым, 2022 год

Так в парке им. Козлова по сравнению с другими участками, полностью усохшие хвоинки встречались в большем количестве. В Кедровой роще большая часть хвоинок имела сухой кончик, при этом количество полностью зеленых хвоинок меньше, чем на остальных участках. В районе Профилактория максимальное количество хвоинок без пятен и сухих участков, полностью усохшие хвоинки встречались в единичном количестве.

3.3. АНАЛИЗ СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ И ЗОЛЬНОСТИ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПУШИСТОЙ, ХВОИ СОСНЫ КЕДРОВОЙ И ЛИСТВЕННИЦЫ

Определен показатель суммарного содержания неорганических веществ в листовых пластинах (зольность) (Таблица 15, 16, 17, 18) [Ермаков и др., 1987].

Немаловажным показателем состояния древостоя является содержание влаги. Загрязняющие вещества попадая на листья, хвоинки и другие органы растений частично удерживаются на них в виде пленки, часть попадает внутрь тканей. Происходит нарушение процессов фотосинтеза и дыхания, изменяется

плотность устьиц, что в последствии снижает поглощение влаги [Рыбак, 2015; Соболева, Почекутов, 2016] (Таблица 15).

Таблица 15

Среднее содержание влаги в листовых пластинах березы, хвое сосны кедровой и лиственницы, произрастающих на территории г. Надым, 2022 год.

%	Участки (Содержание влаги)		
	Парк им. Козлова	Кедровая роща	Фон (Профилакторий)
Береза	11,47±0,43	12,81±0,30	11,77±0,17
Лиственница	13,50±0,02	17,26±0,03	18,34±0,02
Кедр	6,40±0,09	6,28±0,08	7,05±0,09

Таблица 16

Среднее содержание сухого вещества в листовых пластинах березы, хвое сосны кедровой и лиственницы, произрастающих на территории г. Надым, 2022 год.

%	Участки (Сухое вещество)		
	Парк им. Козлова	Кедровая роща	Фон (Профилакторий)
Береза	88,53±0,43	87,19±0,30	88,23±0,17
Лиственница	86,50±0,02	82,74±0,03	81,66±0,02
Кедр	93,60±0,09	93,72±0,08	92,95±0,09

Как показывают экспериментальные данные, береза, лиственница и сосна кедровая имеют более низкий показатель содержания влаги, в парке им. Козлова. Результаты измерения подтверждают зависимость между содержанием влаги и уровнем антропогенной нагрузки.

Анализ неорганического состава изучаемых видов растений показал, что содержание макро и микроэлементов в них сильно варьирует. Как известно, одним из факторов, определяющих селективность накопления химических элементов, является видовая принадлежность растений [Битюцкий, 2005, 2010], также имеет значение место произрастания растений.

Максимальное значение зольности листьев березы и хвои сосны кедровой отмечено в парке им. Козлова, лиственницы в районе Профилактория.

Минимальные значения зольности хвои кедра и лиственницы отмечены в Кедровой роще, листьев березы в районе Профилактория.

Таблица 17

Средняя зольность листовых пластин березы, хвои сосны кедровой и лиственницы, произрастающих на территории г. Надым, 2022 год.

%	Участки (Зольность)		
	Парк им. Козлова	Кедровая роща	Фон (Профилакторий)
Береза	9,81±0,17	7,26±0,11	6,37±0,11
Лиственница	4,80±0,03	3,91±0,08	5,12±0,08
Кедр	3,09±0,05	2,54±0,43	2,58±0,07

Высокие показатели зольности и площади листьев березы, зольности и длины хвои сосны кедровой в парке им. Козлова подтверждают гипотезу Дж.М.Келли и Дж.Р. Паркера [Kelly, Parker, 1979] о стимуляции роста растений определенными дозами тяжелых металлов. Нерастворимые вещества попадая в ткани растений, увеличивают площадь за счет растяжения клеток, а не образования новых.

Содержание органического вещества (Таблица 18) меняется в пределах ошибки измерения. Не смотря на большую площадь листовой пластины и длины хвои кедра количество органического вещества в парке им. Козлова меньше, но при этом накапливаемых минеральных веществ больше чем в фоновых условиях.

Таблица 18

Среднее содержание органического вещества в листовых пластинах березы, хвое сосны кедровой и лиственницы, произрастающих на территории г. Надым, 2022 год.

%	Участки (Органическое вещество)		
	Парк им. Козлова	Кедровая роща	Фон (Профилакторий)
Береза	90,19±0,17	92,74±0,11	93,63±0,11
Лиственница	95,20±0,03	96,09±0,08	94,88±0,08
Кедр	96,91±0,05	97,46±0,43	97,42±0,07

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Арктические города характеризуются меньшим видовым разнообразием, чем города более южных природных зон. Это связано с экстремальностью природных условий и малым набором пород деревьев и кустарников, доступных для интродукции в условиях Арктики и субарктики. При этом не наблюдается различий в методах оценки экологического состояния городской среды при помощи методов биоиндикации
2. Наименьшее количество видов наблюдалось в коммунально-складской зоне. Увеличивается число видов на основных улицах города, вдоль автодорог и возле административных зданий. Наибольшее количество видов растений находится в центральной части города в парке им. Козлова.
3. Ухудшение качества окружающей среды до определенного момента способствует увеличению количества зеленой фитомассы. В г. Надыме, наблюдался рост показателя площади листовой пластины, что может свидетельствовать об относительном приближении экологических условий в черте города к значениям экологического оптимума по некоторым показателям (температуре, освещенности, радиационному балансу, минеральному питанию) благодаря повышению концентрации загрязняющих веществ, формированию «островов тепла», синантропизации и более богатому видовому разнообразию флоры.
4. Увеличение толщины листовой пластинки способствует поддержанию высокой интенсивности фотосинтеза, в связи с чем, формирование утолщенных листьев в северных популяциях берез может быть связано с приспособлением листового аппарата к условиям холодного климата.
5. Загрязнение атмосферного воздуха в городской среде г. Надыма, индикатором которого является показатель флуктуирующей асимметрии показал, наибольший уровень загрязнения на участках жилой и коммунально-складской зон. Высокий показатель ФА в жилой зоне, может быть связан с большим скоплением автотранспорта в изолированных дворах и недостатке солнечного света.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Книжные издания

1. Бобровников Н.А. Защита окружающей среды от пыли на транспорте. Москва: Транспорт, 1984. 72 с.
2. Бураков Д.А., Гренадерова А.В. Учение об атмосфере: учеб. пособие. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. 292 с.
3. Боголюбов А.С. Оценка экологического состояния леса по асимметрии листьев. Москва: Экосистема, 2002. 10 с.
4. Вайнерт Э.Р., Вальтер Т., Ветцель и др. Под ред. Шуберта Р.; Пер. с нем. Лойдиной Г.И., Турчаниновой В.А.; Под ред. Криволицкого Д.А. Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем. Москва: Мир, 1988. 348 с.
5. Владимиров В.В., Микулина Е.М., Яргина З.Н. Город и ландшафт. Москва: Мысль, 1986. 240 с.
6. Городская среда: проблемы существования / под ред. Высоковского А.А., Каганова Г.З. Москва: ВНИИТАГ, 1990. 190 с.
7. Градостроительные средства оздоровления городской среды: Сб. науч. тр. Киев: КиевНИИП градостроительства, 1990. 96 с.
8. Глазычев В.Л., Егоров М.М., Ильина Т.В. Городская среда: технология развития. Москва: Ладья, 1995. 240 с.
9. Горышина Т.К. Экология растений. Москва: Высшая школа, 1979. 315 с.
10. Дьяков Р. Предотвращение загрязнения окружающей среды. Москва: Стройиздат, 1979. 154 с.
11. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др., под ред. Ермакова А.И. Методы биохимического исследования растений. Москва: Агропромиздат, 1987. 480 с.
12. Жиров В.К., Голубева Е.И., Говорова А.Ф., Хаитбаев А.Х. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на Крайнем Севере. Москва: Наука, 2007. 166 с.
13. Захаров В.М. и др. Здоровье среды: методика оценки. Москва: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.

14. Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. и др. Здоровье среды: Методика оценки. Москва: Центр экологической политики России, 2000. 68с.
15. Иванова Н.А., Титов Ю.В. Экология растений: региональный компонент. Томск: МГП "РАСКО", 2002. 120 с.
16. Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растения. Киев: Наукова думка, 1978. 247 с.
17. Илькун Г.М. Отфильтровывание воздуха от поллютантов древесными растениями. Таллин, 1982. 138 с.
18. Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. Москва: Наука, 1974. 156 с.
19. Кириллов П.С., Егоров А.А. Агротехника выращивания растений в Ямало-Ненецком автономном округе. Методические рекомендации для учреждений и подразделений, занимающихся строительством и благоустройством территории в населённых пунктах. Санкт-Петербург: Таксон, 2017. 36 с.
20. Карташев А.Г. Биоиндикация. Экологического состояния окружающей среды. Томск, 2001. 198 с.
21. Кремер Б.П. Деревья: Местные и завезенные виды Европы. Москва: «Издательство АСТ», 2002. 205 с.
22. Ляшенко О.А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды: учебное пособие. Санкт-Петербург: ГТУРП, 2012. 167 с.
23. Минин А.А. Экология крупного города (на примере Москвы): Учеб. пособие. Москва: Научно-производственный экологический центр «ПАСЬВА», 2001. 232 с.
24. Мелехов И.С. Лесоведение и лесоводство. Москва: МЛТИ, 1987. 148 с.
25. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений. Санкт-Петербург: Изд-во Санкт-Петербургского гос. ун-та, 2016. 284 с.
26. Павлов И.Н. Глобальные изменения среды обитания древесных растений. Красноярск: Изд-во Сиб. гос. тех. ун-та, 2003. 156 с.
27. Перцик Е.Н. Среда человека: предвидимое будущее. Москва: Мысль, 1990. 368 с.

28. Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга. Калуга: Издательство Калужского ЦНТИ, 2003. 158 с.
29. Степень Р.А., Есякова О.А., Соболева С.В. Оценка загрязнения атмосферы биоиндикационными методами. Красноярск: СибГТУ, 2013. 142 с.
30. Тетиор А.Н. Город и природа. Москва: МГУП, 1996. 230 с.
31. Тетиор А.Н. Здоровый город XXI века (основы архитектурно-строительной экологии). Москва: Моск. гос. ун-т природообустройства, 1997. 698 с.
32. Тетюрев В.А. Методика эксперимента по физиологии растений. 4-е изд., перераб. Москва: Просвещение, 1980. 184 с.

Электронные издания

33. Givnish T.J. Comparative Studies of Leaf Form: Assessing the Relative Roles of Selective Pressures and Phylogenetic Constraints // *The New Phytologist*, 1987. Vol. 106 №1. P. 131-160. [URL: https://www.jstor.org/stable/2433015](https://www.jstor.org/stable/2433015) (дата обращения 28.10.2021).
34. Kampa M., Castanas E. Human health effects of air pollution // *Environmental Pollution*, 2008. Vol. 151, Issue 2. P. 362-367. [URL: https://climatenexus.org/wp-content/uploads/2015/09/HumanHealthEffectsofAirPollutionKampaandCastanas.pdf](https://climatenexus.org/wp-content/uploads/2015/09/HumanHealthEffectsofAirPollutionKampaandCastanas.pdf) (дата обращения 31.10.2021).
35. Palmer R.A., Strobeck C. Fluctuating asymmetry: a measurement, analysis, patterns. *Annual Review in Ecology and Systematic*. // *Developmental Stability in Natural Populations*, 1986. Vol. 17. P. 391-421. [URL: https://www.jstor.org/stable/2097002](https://www.jstor.org/stable/2097002) (дата обращения 31.10.2021).
36. Parkhurst D.F., Loucks O.L. Optimal Leaf Size in Relation to Environment // *Journal of Ecology*, 1972. Vol. 60 №2. P. 505-537. [URL: https://www.jstor.org/stable/2258359](https://www.jstor.org/stable/2258359) (дата обращения 28.10.2021).
37. Авхадеев В.Р. Сотрудничество Арктического совета и Российской Федерации по вопросам охраны окружающей среды: проблемы развития // *Журнал российского права*, 2018. №1. С. 138-146. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=32234763](https://elibrary.ru/item.asp?id=32234763) (дата обращения 30.11.2021).

- 38.Администрации муниципального образования, Надымский район: официальный сайт [URL: https://nadym.yanao.ru/](https://nadym.yanao.ru/) (дата обращения 10.10.2021).
- 39.Ашихмина Т.Я. ред.: Дабах Е.В., Жуйкова И.А. Биоиндикация и биотестирование – методы познания экологического состояния окружающей среды. // Киров: ВятГГУ, 2005. Вып. 4, ч. 3. С. 51. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=23853801](https://elibrary.ru/item.asp?id=23853801) (дата обращения 30.11.2021).
- 40.Бабурин В.Л., Бадина С.В., Горячко М.Д., Земцов С.П. Природные факторы развития урбанизированных пространств Арктической зоны России. // Москва: Издательский дом «Кодекс», 2016. Сб. 142. С. 47-56. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=48010179](https://elibrary.ru/item.asp?id=48010179) (дата обращения 20.12.2021).
- 41.Битюцкий Н.П. Необходимые микроэлементы растений. // Санкт-Петербург: ДАЕН, 2005. С. 256. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19491821](https://elibrary.ru/item.asp?id=19491821) (дата обращения 20.12.2021).
- 42..Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. // Санкт-Петербург: СПбГУ, 2011. С. 367. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19502409](https://elibrary.ru/item.asp?id=19502409) (дата обращения 21.12.2021).
- 43.Бабич Н.А., Заславская О.С., Травникова Г.И. Интродуценты в зелёном строительстве северных городов: монография // Арханг. гос. ун-т., 2008. С. 144. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=19511988](https://elibrary.ru/item.asp?id=19511988) (дата обращения 31.10.2021).
- 44.Городков А.В. Эколого-градостроительные аспекты оптимизации системы средозащитного озеленения крупных городов // Изв. вузов. Стр-во, 2000. № 5. С. 111-118. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29919524](https://elibrary.ru/item.asp?id=29919524) (дата обращения 30.11.2021).
45. Городков А.В. Эффективность средозащиты в различных вариантах планировочной организации озелененных пространств крупных городов // Изв. вузов. Стр-во, 1998. № 8. С. 115-120. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=29919306](https://elibrary.ru/item.asp?id=29919306) (дата обращения 15.05.2022).
- 46.Гелашвили Д.Б., Якимов В.Н., Логинов В.В., Епланова Г.В. Статистический анализ флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков разноцветной ящурки. // Томск: Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии:

- Сборник научных трудов, 2004. Вып. 7. С. 45–59. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=12897991](https://elibrary.ru/item.asp?id=12897991) (дата обращения 15.05.2022).
47. Дружкина Т.А., Лебедь Л.В. Исследование биоиндикационных свойств древесных пород в городской среде // МОСКВА: Наука, 2010. [URL: https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2007/02/lyudmilal@mail.ru.doc.pdf](https://lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2007/02/lyudmilal@mail.ru.doc.pdf) (дата обращения 15.05.2022).
48. Есенжолова, А.Ж., Панин М.С. Биоиндикационный потенциал листьев древесных и кустарниковых растений г. Темиртау // Вестник Томского государственного университета. Биология, 2012. №3(19). С. 160 - 168. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18037924](https://elibrary.ru/item.asp?id=18037924) (дата обращения 18.06.2022).
49. Коваль В.П., Лыжин Д.Н. Международное экологическое сотрудничество в Арктике // Арктика и Север, 2016. №22. С. 139-149. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=25462967](https://elibrary.ru/item.asp?id=25462967) (дата обращения 11.05.2022).
50. Козлов М.В. Исследование флуктуирующей асимметрии растений в России: мифология и методология. // Экология, 2017. № 1. С. 3-12. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27669142](https://elibrary.ru/item.asp?id=27669142) (дата обращения 15.05.2022).
51. Кудряшова Е.В. Genius loci Арктики: знания, смыслы и практики: монография // Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова (Архангельск), 2019. С. 350. [URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41505662](https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41505662) (дата обращения 11.05.2022)
52. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно - транспортная экология. // Москва: Высшая школа, 2001. С. 273. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=35658903](https://elibrary.ru/item.asp?id=35658903) (дата обращения 11.05.2022).
53. Мигалина С.В., Иванова Л.А., Махнев А.К. Изменение морфологии листа *Betula pendula* Roth и *B. pubescens* Ehrh. вдоль зонально климатической трансекты Урала и Западной Сибири. // Экология, 2010. № 4. С. 257–265. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15109684](https://elibrary.ru/item.asp?id=15109684) (дата обращения 06.07.2022).
54. Мигалина С.В. Исследование, изменение морфологии и структуры листа *Betula pendula* Roth и *Betula pubescens* Ehrh. при адаптации к климату: Автореф. дис. кандидата биологических наук. Екатеринбург, 2011. 20 с. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=15109684](https://elibrary.ru/item.asp?id=15109684)

- <https://elibrary.ru/item.asp?id=19255247> (дата обращения 08.09.2022).
55. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. URL: [URL: https://gosdoklad-ecology.ru/2017/arkticheskaya-zona-rossiyskoy-federatsii/sostoyanieokruzhayushchey-sredy/](https://gosdoklad-ecology.ru/2017/arkticheskaya-zona-rossiyskoy-federatsii/sostoyanieokruzhayushchey-sredy/) (дата обращения 15.11.2021).
56. Неверова О.А., Колмогорова Е.Ю. Ксерофитизация листьев древесных растений как показатель загрязнения атмосферного воздуха (на примере города Кемерово) // Изв. вузов. Лесной журн. 2002. № 3. С. 29–33. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9608015> (дата обращения 15.05.2022).
57. Погода в городе Надым (Аэропорт) URL: [URL: http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=23445&lang=ru](http://rp5.ru/archive.php?wmo_id=23445&lang=ru) (дата обращения 13.02.2023).
58. Росгидромет. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации. Москва URL: [URL: https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/](https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/) (дата обращения 10.10.2021).
59. Рунова Е.М., Чжан С.А., Пузанова О.А. Особенности загрязняющих веществ в хвое сосны обыкновенной. // Лесной вестник, 2009. №3 (66). С. 62-64. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=12535775> (дата обращения 08.03.2022).
60. Сродных Т.Б. Рост и развитие под влиянием зональных и интразональных факторов древесных видов, преобладающих в озеленении северных городов Западной Сибири // Аграрный вестник Урала, 2008. №8 (50). С. 79-81. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=11544008> (дата обращения 16.01.2023).
61. Сродных Т.Б. Состояние озеленения в городах на Севере Западной Сибири // ИВУЗ «Лесной журнал», 2005. №3. С. 27 -34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=9608419> (дата обращения 08.05.2022).
62. Соболева С.В., Почкутов И.С. Накопление тяжелых металлов в экосистеме отдельных районов заповедника «Столбы» // Инновационная наука, 2016. №12-4. С. 84-87. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=27544785> (дата обращения 18.10.2022).

63. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л. Нарушения стабильности развития организма как результат пессимизации среды при техногенной трансформации природных ландшафтов // *Онтогенез*, 2014. Т. 45 № 3. С. 151-161. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=21485119](https://elibrary.ru/item.asp?id=21485119) (дата обращения 18.10.2022).
64. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л., Солдатова В.Ю., Алексеева Н.Н. Сравнительный анализ качества среды административного и промышленного центров на территории Якутии по показателю флуктуирующей асимметрии березы плосколистной // *Проблемы региональной экологии*, 2016. № 4. С. 86-91. [URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=27390353](https://elibrary.ru/item.asp?id=27390353) (дата обращения 18.10.2022).

Составные части документов

65. J.M. Kelly, G.R. Parker Heavy Metal Accumulation and Growth of Seedlings of Five Forest Species. *J. Environ. Qual.*, 1979. Vol.8. P. 361-364.
66. Бакиев И.Ф., Ямалеев Р.Х., Кулагин А.А. Особенности развития растений тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.) в условиях загрязнения окружающей среды металлами // *Аграрная Россия*, 2010. №5. С. 35-42.
67. Захаров В.М. Онтогенез и популяция (стабильность развития и популяционная изменчивость) // *Экология*, 2001. №3. С. 177–191.
68. Захаров В.М. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). Утверждено Распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 № 460-р. Москва, 2003.
69. Кислюк И.М., Шейнина Г.А. Исследование фотосинтеза травянистых растений Арктики и таежной зоны (с применением полиномиальной регрессии) // *Бот. Журнал*, 1985. Т. 70 №2. С. 169-178.
70. Кряжева Н.Г., Чистякова Е.К., Захаров В.М. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях химического загрязнения // *Экология*, 1996. № 6. С. 441–444.
71. Мокров И.В., Малова А.А. Анализ стабильности развития березы повислой в условиях заповедника «Керженский» // *Тр. биол. ф-та Нижегородского*

- государственного университета им. Н.И. Лобачевского, 1999. Вып. 2. С. 62–65.
72. Машинский Л.О. Город и природа // Москва: Стройиздат, 1973. 228 с.
73. Рыбак В.А. Интегральная оценка экологического состояния урбанизированных территорий // Научный вестник НЛТУ Украины, 2015. Вып 255. С. 135–145.
74. Тасейко О.В., Михайлюта С.В., Захаров Ю.В., Леженин А.А., Хлебопрос Р.Г. Геоэкология: ветровые характеристики в приземном слое атмосферы для прогнозирования антропогенных катастроф на неоднородной урбанизированной территории // Инженерная экология, 2009. N 4. С. 48–54.
75. Шадрина Е.Г., Вольперт Я.Л. Биоиндикация воздействия горнодобывающей промышленности на наземные экосистемы Севера: эффективность использования ценотического, популяционного и онтогенетического подходов // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования: матер. V Всерос. научно-практ. конф. Нижний Тагил, 2017. С. 346–356.

Архивные материал

76. "Климатической характеристике зоны освоения нефти и газа Тюменского севера" // Омское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды. Гидрометеоиздат, 1982 г.
77. "СНиП 23-01-99. Строительная климатология" // Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, Госстрой России. Москва, 2000.

Картографические издания

78. Атлас Ямало-Ненецкого автономного округа. Омск: ФГУП «Омская картографическая фабрика», 2004. 303 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ДОЛЯ УЧАСТИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОРОД В ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. НАДЫМА

	парк им. Козлов а	Кедрова я роща	Ленинградски й проспект	ул. Зверев а	ул. Комсомольска я	ул. Ямальска я	ул. Набережна я им. Оруджева	ул. Рыжков а и 13-й проезд	ул. Полярная - Кедровая -Топчева- 14-й проезд	Фон (Профилакти й)
береза пушистая	24%	7%	83,2%	63,0%	57,5%	81,3%	67,5%	53,5%	63,0%	5%
ива разнообразны х видов	5%	4%	11,2%	19,4%	17,9%	9,5%	17,9%	39,5%	34%	
лиственница	35%	13%	5,6%	2,5%	14,6%	0,3%	4,6%			40%
сосна кедровая	30%	75%		5,0%	1,8%	0,7%	1,8%			25%
рябина сибирская				3,3%	3,8%		3,8%	7%	2,5%	
сосна обыкновенна я	5%			3,4%	1,4%	2,3%	1,4%			30%
ель обыкновенна я		1%		2,5%	2,5%	2,3%	2,5%			

	парк им. Козлов а	Кедрова я роща	Ленинградски й проспект	ул. Зверев а	ул. Комсомольска я	ул. Ямальска я	ул. Набережна я им. Оруджева	ул. Рыжков а и 13-й проезд	ул. Полярная - Кедровая -Топчева- 14-й проезд	Фон (Профилактори й)
осина	1%			0,5%	0,3%	3,6%			0,5%	
черёмуха					0,3%					

КАТЕГОРИИ ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ

Категория жизненного состояния	Описание
• <i>здоровые деревья</i>	• без внешнего повреждения, с густой зеленой кроной, с нормальными для данного возраста и условий местообитания приростами последних лет. Мертвые и отмирающие ветви сосредоточены в нижней части кроны. Продолжительность жизни хвои типична для региона. Любые повреждения хвои незначительны (до 5% общей их площади) и не сказываются на состоянии дерева
• <i>ослабленные деревья</i>	• при отсутствии в воздухе поллютантов характеризуются слабо ажурной кроной, повреждениями насекомыми или болезнями до 30-40% хвои, несколько укороченным приростом в высоту, усыханием отдельных ветвей в нижней трети кроны. При загрязнении к числу обязательных диагностических признаков добавляется наличие хлорозов и некрозов, занимающих до 10% площади всей хвои дерева. Характерно снижение продолжительности жизни хвои на 1-2 года
• <i>сильно ослабленные деревья</i>	• при отсутствии загрязнений: с ажурной кроной, с повреждением и усыханием до 60-70% хвои, с сильно укороченным приростом или без пего, суховершинные, со значительным повреждением и поражением ствола, появлением сухих ветвей в средней и верхней частях кроны. При загрязнении добавляется еще наличие возникших от воздействия поллютантов хлорозов и некрозов, занимающих более 10% площади хвои всех возрастов, отмечаются снижение продолжительности жизни хвои (примерно в 2-3 раза), резкое подавление ростовых процессов
• <i>усыхающие деревья</i>	• с сильно изреженной кроной или только отдельными живыми ветвями, с повреждением более 70-80% хвои или листьев при отсутствии текущего прироста по высоте. Оставшиеся на деревьях хвоя или листья хлоротичны — бледно-зеленого, желтоватого или оранжево-красного цвета. Некрозы имеют коричневый, оранжево-красный или черный цвет. Продолжительность жизни хвои не превышает одного-двух лет, часто на деревьях сохраняется хвоя только текущего года. Массовое распространение некрозов, возникающих в результате воздействия загрязнений, не всегда наблюдается, поскольку большая часть некротированных листьев или хвои быстро облетает
• <i>сухостой</i>	• деревья, усохшие в текущем году, с желтой или бурой хвоей, часто без нее; деревья, усохшие в прошлые годы, без хвои. Следует отметить, что основные признаки усыхания деревьев одинаковы для фоновых условий и при атмосферном загрязнении

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДРЕВОСТОЯ В Г. НАДЫМ, 2022 Г.

Участок	№ особи, вид	Категория жизненного состояния
Парк им. Козлова	№1-6, Береза (6)	здоровые деревья
	№7-8, Береза (2)	ослабленные деревья
	№9, Береза карликовая (1)	здоровые деревья
	№10, Кедр (1)	ослабленные деревья
	№11-12, Кедр (2)	сильно ослабленные деревья
	№13, Лиственница (1) №14, Лиственница (1)	здоровые деревья сильно ослабленные деревья
Кедровая роща	№15, Осина (1)	ослабленные деревья
	№1-2, Береза (2) №3-5, Береза (3)	здоровые деревья ослабленные деревья
		№6-7, Береза карликовая (2)
	№8-9, Кедр (2) №10, Кедр (1)	ослабленные деревья сильно ослабленные деревья
	№11, Лиственница (1)	ослабленные деревья
	№12, Осина (1)	здоровые деревья
Профилакторий (Фон)	№1, Береза (1)	здоровые деревья
	№2-3, Береза (2)	ослабленные деревья
	№4-5, Береза (2)	сильно ослабленные деревья
	№6, Кедр (1)	здоровые деревья
	№7, Кедр (1)	ослабленные деревья
	№8, Кедр (1)	сильно ослабленные деревья
	№9, Лиственница (1)	здоровые деревья
№10, Сосна (1)	здоровые деревья	
Дом природы	№1-2, Береза (2)	здоровые деревья
	№3-4, Береза (2)	ослабленные деревья

Участок	№ особи, вид	Категория жизненного состояния
	№5-6, Береза (2)	сильно ослабленные деревья
Бульвар Стрижова	№1-2, Береза (2)	ослабленные деревья
Ленинградский проспект (Линейное озеленение)	№1, Береза (1)	здоровые деревья
	№2, Береза (1)	ослабленные деревья
Промышленная зона	№1, Береза (1)	ослабленные деревья
ул. Заводская (Внутридворовое озеленение)	№1, Береза (1)	ослабленные деревья

ВИЗУАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ХВОИ

Участок, № особи	Длина хвоинок	Степень повреждения хвои	Степень усыхания хвои	Масса 10 особей (хвоинок)
Парк, Кедр №1	12,3/10,4/10/11/11,4 11,5/10,9/8/7,3/8	2-10	2-7 1-3	4
Парк, Кедр №2	11,5/9/9,5/9/7,5 8,5/9/9,8/10/9,6	2-10	4-2 2-5 1-3	4
Парк, Кедр №3	10,9/10,5/7/10,2/10 10/8,8/8,5/10,3/8,6	3-10	4-1 2-5 1-3	5
Парк, Лиственница №1	3/3,5/4/3,3/2,5 4/4/3,5/2,5/3,8	3-10	4-2 1-8	3
Парк, Лиственница №2	4,5/3,5/3/4/5 3,8/2,5/3/3,4/4	1-10	1-10	6
К.роща, Кедр №1	9/7/6,5/9,5/5 7,5/7,6/7/5,8/7,2	3-10	4-1 2-4 1-5	7
К.роща, Кедр №2	7,5/7,4/6,5/8,5/6,3 8,5/8,4/8,5/6,5/7	2-10	4-1 2-8 1-1	8
К.роща, Кедр №3	8/8/7/6/10 7,2/7/10,5/9,5/9	2-10	2-8 1-2	4
К.роща, Лиственница №1	4,5/4/3,5/3/4 3,2/3,9/3,3/3,5/3	2-10	2-3 1-7	3
Проф. Кедр №1	8/7,5/7,7/7,2/7 7,6/7,5/8,2/6,5/7,3	1-10	4-1 2-9	8

Участок, № особи	Длина хвоинок	Степень повреждения хвои	Степень усыхания хвои	Масса 10 особей (хвоинок)
Проф. Кедр №2	8,1/8,8/7,7/10/9,5 10,2/6,5/8,5/7/8	3-10	2-10	7
Проф. Кедр №3	7,8/7,8/7/7,6/8 7,5/5,5/7,3/7/7,2	3-10	2-9 1-1	8
Проф. Лиственница №1	2,5/3,3/3,3/3,6/3,2 2,7/3/3,5/3,3/2,5	1-10	2-1 1-9	6
Проф. Сосна №1	3,3/3/4/3/2,5 2,6/4/3/2,6/4	1-10	2-6 1-4	3

Примечание: Классы повреждения: 1 – хвоинки без пятен; 2 – хвоинки с небольшим числом мелких пятен; 3 – хвоинки с большим числом черных и желтых пятен. Классы усыхания: 1 – на хвоинках нет сухих участков; 2 – на хвоинках усох кончик 2-5 мм; 3 – усохла 1/3 хвоинки; 4 – вся или большая часть хвоинки сухая.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №1							
32	33	42	46	5	7	16	17	60	60
29	30	49	52	10	8	16	18	50	55
26	25	34	32	6	2	14	11	40	65
30	26	45	46	7	7	20	20	40	50
29	25	37	39	8	5	13	13	40	50
22	23	33	35	7	8	16	14	40	45
22	21	33	34	6	7	14	13	45	45
27	25	34	34	5	7	11	13	65	35
24	23	31	30	5	5	31	30	50	35
23	22	35	34	6	6	12	13	45	25
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №2							
21	20	29	30	6	6	11	10	45	45
19	19	26	27	5	5	9	10	45	43
22	20	29	29	5	6	13	12	50	50
19	19	26	27	6	5	11	9	45	50
17	18	25	23	5	8	10	9	40	38
17	18	25	25	6	6	11	10	40	45
19	20	26	26	5	8	12	11	45	40

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
20	20	27	30	4	4	10	11	45	38
18	17	21	21	7	7	10	8	40	40
22	19	28	28	3	6	10	11	52	45
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №3							
21	24	32	35	7	7	6	9	35	33
20	22	36	35	5	6	11	10	35	30
29	27	42	40	5	7	12	10	35	35
25	26	39	42	7	9	10	11	30	32
25	24	39	38	4	5	10	9	32	35
20	22	34	35	7	7	10	8	28	30
20	22	35	34	4	8	9	10	35	32
25	27	37	42	8	6	11	15	28	33
28	29	40	45	7	7	10	15	35	32
27	28	44	42	7	5	13	13	32	40
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №4							
25	23	32	34	5	7	10	11	40	38
25	27	40	40	6	9	12	14	30	30
21	20	32	34	6	8	13	13	30	25
26	30	41	45	7	6	13	14	35	40
28	27	43	44	6	6	14	14	32	35
21	22	37	39	7	7	11	12	25	30
29	26	45	44	8	7	13	13	32	35

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
27	29	45	43	6	5	14	13	40	40
30	30	42	45	6	6	14	15	35	40
22	25	35	39	6	6	10	12	30	33
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №5							
22	21	24	31	14	9	11	12	30	25
21	20	30	30	3	7	10	9	35	30
20	20	25	28	11	9	9	10	25	30
24	22	32	30	13	14	15	10	30	35
25	25	38	35	7	9	16	10	40	35
24	23	32	32	11	10	10	9	35	35
25	22	30	26	11	10	13	10	35	30
22	21	35	32	3	7	13	9	35	35
24	22	32	31	8	8	11	10	35	40
17	19	26	29	7	6	6	9	30	35
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №6							
23	22	32	32	4	5	12	12	45	45
25	24	36	31	6	7	11	10	35	38
29	29	39	39	5	6	15	15	40	45
30	27	41	37	8	7	17	15	43	45
30	29	40	40	7	6	13	12	40	42
23	23	32	31	5	6	13	11	45	45
28	30	39	44	10	6	14	17	35	40

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
24	24	37	34	6	8	13	12	40	35
29	24	42	35	10	9	18	11	35	35
21	19	29	29	9	8	11	10	35	35
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №7							
21	25	30	35	8	8	9	9	35	35
20	22	30	32	9	7	10	11	30	35
20	20	29	27	5	5	9	8	35	35
25	23	36	35	8	9	12	11	35	32
21	22	32	32	8	8	11	10	35	30
24	25	35	35	8	6	10	11	35	35
20	17	27	25	7	8	9	9	35	30
15	16	23	23	5	6	9	6	30	35
21	20	32	30	7	5	11	9	35	38
27	25	38	37	9	9	11	11	32	30
Площадка №1	Парк им. Козлова	Береза №8							
18	18	23	25	4	5	8	9	35	35
20	21	26	24	5	6	11	9	45	40
17	17	23	22	4	5	9	8	35	35
22	21	29	30	6	7	10	10	35	35
17	17	23	23	6	4	10	8	35	35
20	21	30	30	9	8	11	11	30	32
23	22	34	35	9	7	12	14	35	40

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
20	22	32	30	7	9	11	11	35	35
20	23	30	30	7	7	12	10	35	40
23	22	35	32	8	7	11	10	35	38

1. Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №2	Кедровая роща	Береза №1							
19	20	27	27	5	4	10	10	35	40
20	21	32	34	5	5	11	14	40	40
22	22	35	35	6	6	12	11	40	38
18	17	24	24	5	5	7	9	40	35
22	20	31	30	6	6	10	10	40	35
19	19	28	30	6	4	9	9	35	35
19	19	28	27	4	5	11	11	40	40
20	19	29	28	6	6	11	10	35	38
20	18	25	24	8	8	9	8	35	35

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
20	18	28	27	6	6	10	8	35	30
Площадка №2	Кедровая роща	Береза №2							
19	21	25	25	6	6	9	9	35	35
18	17	24	24	3	3	8	7	35	40
18	19	25	24	5	5	10	9	40	40
21	18	27	26	5	5	10	10	40	40
26	24	31	30	3	6	12	13	50	40
22	22	31	30	4	6	11	12	45	40
25	23	32	30	2	5	12	11	48	45
18	16	24	22	5	4	8	8	42	45
23	24	32	31	4	6	13	13	50	40
23	22	28	27	4	5	12	11	45	40
Площадка №2	Кедровая роща	Береза №3							
28	26	39	37	6	10	13	13	35	30
20	21	29	30	11	12	11	10	25	25
21	20	30	30	8	8	12	10	30	30

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
22	22	33	33	5	5	13	11	40	40
28	27	42	42	7	5	14	16	35	40
23	25	35	36	5	7	12	13	40	35
21	24	34	37	4	6	13	13	40	38
22	23	32	35	10	8	10	13	30	30
26	26	40	42	6	5	16	16	35	40
25	27	40	40	6	7	15	14	35	32
Площадка №2	Кедровая роща	Береза №4							
18	16	28	27	8	7	11	11	30	35
23	22	32	32	5	6	9	11	35	35
21	21	30	32	7	7	10	10	30	30
20	16	27	25	8	5	10	9	30	40
20	22	29	31	5	4	10	9	35	35
23	23	31	32	6	6	10	11	35	35
16	16	28	28	7	6	13	11	35	35
17	16	24	23	6	7	9	7	30	30
25	25	35	35	5	4	11	11	35	35

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
21	22	32	30	4	6	11	10	35	35
Площадка №2	Кедровая роща	Береза №5							
18	17	23	25	5	5	9	8	35	35
12	15	19	20	2	5	10	8	35	35
18	17	24	25	4	3	10	10	40	40
14	14	19	20	5	3	6	6	30	35
16	14	19	17	3	4	8	7	35	35
14	17	19	21	5	3	8	7	30	30
14	14	20	20	5	5	8	7	30	28
16	14	19	20	4	3	7	8	30	30
16	17	24	25	5	4	9	10	30	32
19	18	23	23	5	4	8	9	40	35

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №3	Профилакторий	Береза №1							
20	20	30	30	5	5	12	12	43	45
19	21	25	25	5	5	12	10	40	40
18	18	29	29	5	5	10	11	42	45
18	19	27	26	5	5	12	10	45	45
18	19	28	28	5	5	12	10	42	45
19	20	29	30	7	6	13	12	38	40
22	22	32	31	6	5	15	13	42	45
20	21	27	27	6	7	12	10	40	40
21	21	29	30	5	5	14	12	45	45
20	19	29	25	5	7	14	13	45	35
Площадка №3	Профилакторий	Береза №2							
15	16	17	22	10	9	7	10	30	30
15	13	21	20	5	6	6	6	40	40
16	16	24	22	7	6	9	7	40	40
17	16	24	24	5	5	8	9	40	40

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
18	19	27	27	7	6	9	7	40	40
17	19	23	25	6	6	7	9	40	40
17	16	24	25	5	6	7	10	40	40
15	15	21	22	6	5	8	7	35	35
16	17	25	25	6	8	10	9	35	35
19	21	26	28	5	5	8	10	35	35
Площадка №3	Профилактический	Береза №3							
20	18	27	27	2	4	9	10	35	35
17	18	22	24	4	5	7	7	30	30
20	19	29	29	5	5	10	9	35	35
19	18	28	30	4	5	9	9	35	32
20	19	28	28	3	5	9	10	35	35
19	17	25	27	9	5	11	11	30	30
25	23	34	31	4	4	10	10	35	35
20	21	27	29	6	5	8	10	35	35
15	19	22	27	7	3	9	8	30	35
18	16	26	25	5	4	8	9	35	35

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №3	Профилактик рий	Береза №4							
15	15	20	21	6	6	8	8	35	30
14	15	18	21	6	5	7	8	30	30
16	15	20	18	4	6	7	6	30	32
17	18	25	25	6	6	9	10	40	40
19	17	26	26	5	5	9	9	40	40
17	15	24	26	5	1	9	11	35	35
17	15	24	22	6	6	9	8	30	30
18	18	22	24	7	4	9	8	35	40
17	14	22	22	5	6	7	9	40	30
17	16	20	20	9	9	7	7	30	30
Площадка №3	Профилактик рий	Береза №5							
17	17	25	25	5	7	7	9	30	30
16	16	24	24	6	6	7	7	30	25
15	14	24	23	7	6	8	6	30	25
13	12	17	17	8	8	4	5	30	25

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
14	14	23	21	6	7	9	7	30	25
14	15	22	24	9	7	7	7	30	30
15	15	24	25	6	6	7	8	30	30
18	19	26	26	7	7	9	9	30	30
17	16	26	26	5	7	7	8	30	30
13	11	20	17	5	7	7	5	30	30

1. Ширина половины листа п/л		2. Длина жилки второго порядка п/л		3. Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4. Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5. Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №4	Дом природы	Береза №1							
22	22	32	34	7	9	11	7	35	30
21	22	32	33	6	8	12	12	40	40
20	19	30	27	5	7	9	7	40	40
26	24	35	36	8	6	13	10	35	40
20	17	26	27	8	7	8	9	40	42

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
22	23	27	34	6	5	9	10	42	40
24	22	34	36	9	5	10	9	35	35
20	19	25	28	10	10	7	8	30	30
18	20	29	29	8	9	9	9	40	40
18	19	25	28	7	7	6	8	35	40
Площадка №4	Дом природы	Береза №2							
21	22	32	31	5	6	14	13	40	50
20	19	29	28	6	8	13	12	45	40
17	19	27	30	6	5	12	12	35	40
25	24	34	36	7	7	13	16	45	50
21	27	32	32	5	9	17	12	45	40
23	22	30	30	5	7	12	13	45	40
24	25	38	35	8	7	16	14	45	45
21	24	29	32	9	5	15	14	40	40
21	15	29	20	6	5	12	11	45	45
18	20	28	26	8	5	12	11	50	45

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №4	Дом природы	Береза №3							
27	26	40	41	9	10	13	12	30	30
13	14	26	22	6	9	9	7	30	20
15	14	26	26	5	5	7	8	20	35
19	16	28	25	8	12	8	9	30	30
20	17	33	29	6	11	11	9	30	35
16	17	26	30	9	5	17	17	35	35
17	19	28	31	10	9	9	10	35	40
22	21	38	37	8	9	12	11	30	30
17	19	30	31	6	5	8	11	35	35
19	20	34	36	8	7	10	9	30	30
Площадка №4	Дом природы	Береза №4							
20	16	30	27	4	9	9	9	25	30
18	16	27	25	7	6	9	8	25	22
18	17	28	29	8	6	10	10	32	30
20	21	31	31	8	5	10	9	20	30

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
24	23	35	33	9	9	9	10	30	30
21	19	29	29	6	8	9	9	30	25
23	21	35	31	11	13	10	10	32	30
20	20	30	31	7	7	10	10	25	25
23	23	35	35	11	10	11	9	30	28
22	20	34	33	8	7	12	10	35	30
Площадка №4	Дом природы	Береза №5							
18	20	30	31	7	8	7	11	30	30
16	18	28	28	8	7	7	8	30	35
18	17	22	29	7	7	6	9	30	35
20	22	27	32	10	6	9	9	30	28
16	16	26	23	6	7	9	7	30	35
16	13	24	22	5	7	7	6	35	35
14	16	24	22	7	8	7	6	35	32
18	19	25	25	9	8	8	8	35	35
16	18	23	26	8	6	7	8	35	35
15	17	24	25	8	7	8	8	35	38

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №4	Дом природы	Береза №6							
20	24	25	27	4	6	9	10	50	45
24	25	37	39	6	7	12	14	45	40
24	23	31	32	5	6	13	13	50	50
22	23	31	30	6	6	12	12	45	45
27	21	33	29	6	7	15	13	40	35
27	25	37	35	5	7	16	13	48	50
26	28	34	35	7	7	12	11	40	38
29	27	37	36	9	9	14	12	40	40
30	28	40	38	7	7	13	11	35	35
21	22	32	33	6	6	10	10	40	40

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилок второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №5	Линейное озеленение	Береза №1							
21	19	31	30	5	5	9	9	35	35
21	20	30	31	7	7	8	10	32	30
18	16	28	29	7	10	10	8	25	25
18	18	26	26	9	7	8	8	30	30
14	13	21	22	8	5	8	10	30	35
15	16	23	21	4	4	9	7	35	35
17	16	24	28	7	5	8	9	25	28
20	21	32	33	7	8	8	9	30	30
26	25	39	36	5	6	14	14	40	40
26	27	28	29	6	5	12	13	30	35
Площадка №5	Линейное озеленение	Береза №2							
17	16	24	26	6	5	7	8	35	38
26	26	36	35	8	7	13	12	32	35
20	21	27	28	8	6	10	9	30	32
22	22	32	32	8	7	12	10	30	35

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
24	26	32	37	8	6	10	14	35	35
19	20	27	29	9	6	9	10	32	32
23	24	35	34	7	7	11	10	32	32
20	21	31	31	7	6	12	11	35	40
25	26	37	36	7	6	10	13	35	35
27	25	37	39	6	6	12	14	40	37
Площадка №6	Бульвар Стрижова	Береза №1							
21	20	27	25	2	5	10	8	50	45
15	18	20	22	3	4	8	8	40	40
14	13	18	18	6	5	6	5	30	30
18	15	23	23	4	4	8	7	40	30
17	15	23	22	4	5	8	7	30	35
17	19	23	25	5	6	9	9	40	40
18	17	25	27	4	4	8	8	35	35
17	16	22	24	5	3	8	9	40	40
16	15	21	21	4	7	8	7	35	30
23	21	28	28	5	5	11	9	40	40

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилки второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
Площадка №6	Бульвар Стрижова	Береза №2							
21	22	32	30	6	8	10	10	40	35
18	20	29	29	9	8	12	12	30	35
21	23	28	32	11	10	11	13	32	35
20	20	28	28	9	8	8	10	30	30
21	18	29	28	5	10	10	11	40	30
21	24	28	29	7	10	11	12	30	35
20	21	34	32	6	7	12	10	30	30
21	22	31	32	6	5	10	9	30	28
21	22	24	29	8	5	9	10	35	35
23	22	35	35	9	7	10	11	30	30
Площадка №7	Промышленн ая зона	Береза №1							
23	24	33	33	7	5	10	12	35	40
28	27	45	44	8	9	12	12	35	38
25	26	42	45	8	9	14	15	30	30
24	24	35	34	9	11	12	10	30	30

1.Ширина половины листа п/л		2.Длина жилки второго порядка п/л		3.Расстояние между основаниями первой и второй жилки второго порядка п/л		4.Расстояние между концами первой и второй жилок второго порядка п/л		5.Угол между главной жилкой и жилкой второго порядка п/л	
22	23	34	36	7	7	10	11	30	35
27	28	38	38	9	8	15	17	50	50
22	23	29	36	10	5	9	15	35	40
25	24	35	34	5	6	13	9	45	40
22	22	32	32	8	8	13	13	35	35
27	25	38	35	2	15	13	10	40	35
Площадка №8	Жилая зона	Берега №1							
29	25	45	40	6	6	13	12	32	35
25	22	34	34	5	6	8	9	35	30
22	22	32	33	6	3	9	10	35	35
25	25	33	35	3	1	9	11	40	45
25	23	37	34	6	6	11	7	35	35
27	25	41	39	5	7	7	10	35	30
20	21	29	34	5	4	9	9	35	35
20	19	30	29	4	4	7	7	30	30
27	22	35	30	7	8	10	9	40	40
20	22	31	31	7	5	10	7	35	35

АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИН БЕРЕЗЫ

Описательные статистики					
	Среднее	Среднеквадратичное отклонение	N		
Флуктуирующая асимметрия	0,05675	0,007924	8		
Площадь	16,67875	4,167755	8		
Толщина	0,2085	0,007856	8		
Корреляции					
			Флуктуирующая асимметрия	Площадь	Толщина
Пирсона	Флуктуирующая асимметрия	Корреляция Пирсона	1	0,595	0,069
		знач. (двухсторонняя)		0,119	0,871
		Сумма квадратов и перекрестные произведения	0	0,138	0
		Ковариация	0	0,02	0
		N	8	8	8
	Площадь	Корреляция Пирсона	0,595	1	0,128
		знач. (двухсторонняя)	0,119		0,762
		Сумма квадратов и перекрестные произведения	0,138	121,591	0,029
		Ковариация	0,02	17,37	0,004
		N	8	8	8
	Толщина	Корреляция Пирсона	0,069	0,128	1

		знач. (двухсторонн яя)	0,871	0,762	
		Сумма квадратов и перекрестны е произведени я	0	0,029	0
		Ковариация	0	0,004	0
		N	8	8	8
Корреляции					
			Флуктуирую щая асимметрия	Площадь	Толщина
Ро Спирмена	Флуктуирую щая асимметрия	Коэффициен т корреляции	1	0,518	-0,133
		знач. (двухсторонн яя)	.	0,188	0,753
		N	8	8	8
	Площадь	Коэффициен т корреляции	0,518	1	0,204
		знач. (двухсторонн яя)	0,188	.	0,629
		N	8	8	8
	Толщина	Коэффициен т корреляции	-0,133	0,204	1
		знач. (двухсторонн яя)	0,753	0,629	.
		N	8	8	8