

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
Высшего образования
«Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева»

на правах рукописи



ИВАНОВ ДМИТРИЙ ВИТАЛЬЕВИЧ

**СРЕДОЗАЩИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КУСТАРНИКОВ
В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ
(на примере муниципального питомника и объектов озеленения
г. Красноярска)**

4.1.6 – Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация,
озеленение, лесная пирология и таксация

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
доцент Авдеева Елена Владимировна

Красноярск – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА	9
2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	29
2.1 Объекты исследования	29
2.2 Методы исследования	32
3. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ	49
4 ИНВЕНТАРИЗАЦИОННАЯ ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ	64
4.1 Экологическая паспортизация городских объектов озеленения	64
4.2 Видовой состав, количественное участие и экологические свойства древесных растений на исследуемых объектах озеленения	70
5 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КУСТАРНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ г. КРАСНОЯРСКА	90
5.1 Оценка устойчивости кустарников по показателю жизненного состояния	91
5.2 Оценка устойчивости кустарников на объектах городского озеленения по влагоудерживающей способности побегов	103
6 СРЕДОЗАЩИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КУСТАРНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ	114
6.1 Сравнительный анализ эколого-биологических свойств исследуемых видов кустарников	114
6.2 Особенности роста и развития исследуемых видов кустарников на объектах озеленения г. Красноярка	128
6.3 Экологическая эффективность периферийных насаждений различных типов объектов озеленения	145
6.4 Оценка средозащитного потенциала кустарников в условиях городской среды	155

6.5 Оценка декоративности исследуемых видов кустарников на городских объектах озеленения	175
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	188
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	191
ПРИЛОЖЕНИЕ А Интегральная оценка состояния фитосреды на локальном уровне	221
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Встречаемость видов древесных растений на исследуемых объектах озеленения	227
ПРИЛОЖЕНИЕ В Фрагменты экологических паспортов объектов озеленения	237
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Результаты дисперсионного анализа	258
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Параметры и коэффициенты уравнений	260
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Эколого-биологические свойства кустарников	267
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Результаты экспериментальных исследований факторов дискомфорта	277
ПРИЛОЖЕНИЕ З Статистические характеристики признаков декоративности кустарников	279

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В условиях урбанизированных территорий, характеризующихся значительным уровнем промышленного воздействия, формирование устойчивых и эстетически привлекательных зеленых зон применения высококачественного посадочного материала. Эколого-градостроительная значимость городских насаждений заключается в том, что растительность выполняет важные средозащитные функции, такие как улучшение качества атмосферного воздуха, снижение уровней шума, создание микроклимата, при этом и эстетические характеристики растений способствуют формированию комфортной урбанизированной среды.

Ограниченный ассортимент и количественный недостаток кустарников в озеленении г. Красноярска приводит к отсутствию важного среднего яруса в системе городского озеленения, слабая изученность их роста и развития, а также защитных и эстетических функций не позволяет их качественное внедрение на объекты озеленения города. Основным и наиболее эффективным методом создания искусственных насаждений является выращивание растений в питомниках. Данный подход обеспечивает надежность создаваемых культур, а в случае расположения питомника вблизи озеленяемого населенного пункта, растения высаживаются адаптированными к местным природно-климатическим условиям. Актуальность исследования обусловлена недостаточной изученностью использования кустарников на объектах озеленения г. Красноярска с целью улучшения качества городской среды.

Степень разработанности проблемы. Проблематика формирования озелененных территорий в городских пространствах, характеризующихся сложными природно-климатическими факторами, а также высоким уровнем антропогенного воздействия, освещается в ряде научных исследований.: Е.В. Авдеевой, Т.Ю. Аксяновой, О.С. Артемьева, Л.И. Аткиной, Н.А. Бабича, Г.С. Вараксина, А.Г. Большакова, О.С. Залывской, И.Ю. Коропачинского, Е.В. Лисотовой, Р.И. Лоскутова, И.Н. Павлова, Е.Н. Протопоповой,

Е.В. Поляковой, Е.В. Потаповой, О.Н. Тюкавиной, А.А. Россининой
Е.М. Руновой, Т.Б. Сродных, О.М. Ступаковой; Н.Р. Сунгуровой, Н.С. Шиховой
и других авторов.

Результаты исследований роста и развития кустарников в условиях городской среды представлены в научных трудах: Т.А. Андрушко, А.С. Абрашкиной, С.А. Сергейчик, Ю.В. Кладько, Е.А. Логочевой, П.М. Малаховец, М.Д. Миханова, Н.А. Пихтовниковой, В.А. Тисовой, Т.Б. Сродных и др. Несмотря на большое количество данных, касающихся оценки влияния городской среды на зеленые насаждения, остаются недостаточно изученными вопросы специфики развития кустарниковых растений, средообразующие и эстетические характеристики городских посадок, подверженных различной степени антропогенного воздействия.

Цель исследования заключается в установлении особенностей роста, устойчивости, средозащитного потенциала и декоративности кустарников: кизильник блестящий, сирень венгерская, жимолость татарская, смородина двуиглая, карагана древовидная на объектах озеленения г. Красноярска.

Задачи исследований

1. Провести инвентаризационную оценку видового состава и объемно-пространственной структуры объектов озеленения г. Красноярска и муниципального питомника, расположенного его в зеленой зоне.

2. Выполнить оценку устойчивости кустарников по показателям жизненного состояния кустарников и влагоудерживающей способности побегов в условиях городской среды.

2. Изучить средозащитный потенциал и декоративность исследуемых видов кустарников на городских объектах озеленения с учетом типа посадки и воздействия антропогенных факторов.

Научная новизна заключается в том, что впервые для пяти видов кустарников: кизильник блестящий, сирень венгерская, карагага древовидная, жимолость татарская, смородина двуиглая, произрастающих в различных типах посадки – живые изгороди, свободнорастущие экземпляры, массивы – на

объектах озеленения г. Красноярска с различным уровнем антропогенных воздействий и питомника в пригородной зоне города выявлены степень изменения их жизненного состояния, уровень устойчивости к факторам городской среды по показателю влагоудерживающей способности, особенности роста и развития исследуемых видов кустарников. Установлены количественные показатели снижения факторов дискомфорта, таких как твердые загрязняющие вещества, шум и скорость ветра, в зависимости от пространственной структуры и конструкции городских посадок из исследуемых видов кустарников.

Теоретическая и практическая значимость работы. Впервые для объектов озеленения проведен комплексный анализ видового состава, количественного участия, экологических свойств древесных растений на исследуемых объектах городского озеленения. Установлена экологическая эффективность периферийных насаждений различных типов объектов озеленения с участием кустарников. На основании сравнительного анализа средозащитного потенциала и декоративности исследуемых видов кустарников на городских объектах озеленения установлен биоиндикационный ряд по степени их чувствительности к техногенным нагрузкам урбосреды. Разработаны рекомендации для их использования в средозащитном озеленении, обосновано их место в качестве элементов (ярусов) в пространственной многоярусной структуре насаждениях для защиты от негативных воздействий урбосреды. В СибГУ им. М.Ф. Решетнева, в рамках подготовки по направлению "Ландшафтная архитектура", теоретические выводы и практические результаты, полученные в ходе исследований, используются в образовательной деятельности и проектно-ориентированном обучении.

Методы исследования. Анализ экспериментальных данных проводился с применением стандартного программного обеспечения MS Office «Excel» и «Statistica 10.0» (StatSoft, Inc.), обеспечивает верификацию и интерпретацию результатов эксперимента.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Инвентаризационная оценка объектов озеленения с различным уровнем техногенных воздействий г. Красноярска и муниципального питомника, показала широкий видовой состав кустарников, при этом он неравномерно распределен по территории города, не соответствует балансу основного и дополнительного ассортимента, что снижает устойчивость исследуемых видов кустарников по показателям жизненного состояния и влагоудерживающей способности их побегов в условиях городской среды.

2. Антропогенное воздействие урбосреды (техногенные нагрузки, пространственная структура, соблюдения технологических приемов формирования конфигурации поперечного сечения) модифицирует средозащитный потенциал, декоративность, рост и развитие исследуемых видов кустарников на объектах городского озеленения.

Степень достоверности и апробация результатов работы обеспечивается эмпирическими исследованиями, осуществляемыми с 2018 по 2025 год, а также их статистическим анализом с использованием актуального программного обеспечения. Результаты проведенных исследований были обнародованы на ряде конференций, в том числе на международной конференции «Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства», проходившей в Красноярске ежегодно с 2021 по 2025 год; на научно-практическом форуме, посвященном вопросам озеленения крупных городов, который состоялся в Москве в 2023 и 2024 годах; на всероссийской научно-практической конференции, посвященной использованию 3D-технологий для решения научных и прикладных задач (Красноярск, 2023-2025г).

Личный вклад автора. Автором сформулированы цель и задачи, проведен сбор данных, их математическая обработка с использованием статистических методов, обоснованы выводы, разработаны практические рекомендации. Результаты исследования представлены в публикациях, подготовленные автором.

Публикации. По теме работы опубликовано 13 научных статей, в том числе 4 в рецензируемых журналах по списку ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и приложений. Диссертационная работа представлена на 283 страницах, содержит 57 таблиц, 46 рисунка и 8 приложений. Список литературных источников - 250 наименований..

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Факторы дискомфорта урбанизированной среды. Урбанизированная окружающая среда помимо компонентов природы сочетает в себе антропогенные и природно-антропогенные объекты [О гидрометеорологической, 1998]. В ходе урбанизации антропогенные объекты воздействуют на природные компоненты, что приводит их к трансформации. Если не обеспечивать контроль и управление над происходящими изменениями, то сформировавшиеся условия начнут угрожать здоровью и жизни населения города.

Сегодня Красноярск – один из наиболее крупных городов Восточной Сибири. Его индустриальная мощь существенно увеличилась в период с 1960-х по 1990-е годы двадцатого века. В это время, помимо модернизации и расширения существующих заводов, было построено примерно полсотни новых производств. Жилые зоны и промышленные комплексы на левобережье за рекой Качей и на правом берегу Енисея плотным кольцом застройки окружили историческую часть города. Нынешний Красноярск протянулся на 25 километров вдоль обеих сторон реки.

Изучение данных о социально-экономическом развитии города выявило, что в 1995 году функционировало около 140 промышленных предприятий, среди которых доминировали тяжелая промышленность, машиностроение, цветная металлургия и химическая индустрия. Это привело к существенному техногенному воздействию на окружающую среду. Сейчас их число заметно сократилось, но, несмотря на это, согласно государственным докладам о состоянии окружающей среды в Красноярском крае, качество атмосферного воздуха в Красноярске много лет подряд оценивается как "высокое" и "очень высокое" загрязнение.

Развитие города и его пространственная организация тесно связаны с тем, как в нем организована система транспортировки и распределения ресурсов. Складские и транспортные районы, занимая значительные площади, оказывают

существенное влияние на городскую структуру. Однако, выбор их местоположения часто вызывает вопросы, поскольку значительная их часть располагается на территориях, представляющих высокую ценность для города, например, в прибрежных зонах. Это приводит к отчуждению речных берегов от жилых кварталов и отсутствию достаточного количества зеленых зон, выполняющих санитарно-гигиенические функции.

Транспортные зоны, в силу оказываемого ими деструктивного влияния на архитектурно-планировочную организацию городской среды, характеризуются как одни из наиболее деструктивных элементов урбанизированного пространства., поэтому необходим поиск природных ресурсов, способных максимально снизить их влияние. По мере совершенствования транспортной инфраструктуры, ландшафтный дизайн приобретает новое значение в проектировании городских улиц и автомагистралей. Противоречия возникают из-за увеличения трафика и дефицита естественных компонентов, которые могли бы нейтрализовать их отрицательное влияние [Леванчук, 2014; Азаров, 2016; Гарягдыев, 2024; Ethan, 2002]. Формирование зеленых насаждений из устойчивых к загрязнению кустарников вдоль дорог может частично смягчить проблему разделения пешеходных и автомобильных зон.

Шум, особенно от автотранспорта, является акустическим загрязнителем городской среды [Птицына, 1998; Уткин, 2010; Транспорт и здоровье, Мирзоева, 2014; Марголина, 2022; Васильев, 2020]. По санитарным нормам, допустимым уровнем шума, который не наносит вреда слуху даже при длительном воздействии на слуховой аппарат, принято считать: 55 децибел (дБ) в дневное время и 40 децибел (дБ) ночью. Если уровень шума достигает 70-90 децибел (дБ) и продолжается довольно длительное время, то такой шум при длительном воздействии может привести к заболеваниям центральной нервной системы. А длительное воздействие шума уровнем более 100 децибел (дБ) может приводить к существенному снижению слуха вплоть до полной глухоты [Кулакова, 2018; Гордеев, 2014; Марголина, 2019; Сокольская, 2021; Чудинова, 2017].

Существенный вклад в общее озеленение городского пространства должны обеспечивать буферные зеленые зоны, располагающиеся между жилыми кварталами и промышленными зонами, а также вдоль автотрасс и железнодорожных путей. Однако, в районах с высокой плотностью застройки до сих пор остаются обширные территории, не охваченные озеленением. Успешное восстановление и расширение зеленых насаждений напрямую связано с подбором методов, соответствующих конкретным проблемным ситуациям. Создание привлекательного и удобного для жизни города становится возможным при грамотном применении природных ресурсов в процессе градостроительства.

Основные факторы дискомфорта, складывающиеся на городских территориях и свойства растений, способные в определенной степени их компенсировать представлены в таблице 1.1.

Эволюционные процессы в растительном мире сопровождались трансформацией видового разнообразия растительных сообществ и их структурных характеристик, что, в свою очередь, обуславливало модификацию взаимодействий между видами, динамику биоценологических функций, а также изменение и формирование среды. Трансформация окружающей среды детерминирована биологическими особенностями доминирующих видов, их морфологическими и физиологическими характеристиками, включая количественные параметры биометрии. Устойчивая структура растительного сообщества, а также показатели биомассы и продуктивности, оказывают значительное влияние на степень трансформации среды обитания.

Таблица 1.1 - Основные факторы дискомфорта и свойства и функции растений

НЕГАТИВНЫЕ ФАКТОРЫ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ		ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ И СВОЙСТВА ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ
ВОЗДУШНЫЕ ФАКТОРЫ	ИСТОЧНИКИ	СРЕДОРЕГУЛИРУЮЩАЯ ФУНКЦИЯ
- ЗАГАЗОВАННОСТЬ - ЗАДЫМЛЕННОСТЬ - ЗАПЫЛЕННОСТЬ - ТОКСИЧНОСТЬ ГАЗОВ - ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ - НАРУШЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ - ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ	- ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ - АВТОТРАНСПОРТ - ТЭЦ - ГРАДО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ - СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ	<u>КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА</u> - ВЫДЕЛЕНИЕ КИСЛОРОДА - ПОГЛАЩЕНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА - ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ - РЕГУЛИРОВАНИЕ ВЕТРОВОГО РЕЖИМА
ПОЧВЕННЫЕ ФАКТОРЫ	ИСТОЧНИКИ	СРЕДОЗАЩИТНАЯ ФУНКЦИЯ
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ: ▪ ПРОМЫШЛЕННЫЕ И БЫТОВЫЕ СТОКИ ▪ ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ ▪ ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВЫ МЕХАНИЧЕСКИЙ СОСТАВ: ▪ ВОДНЫЙ И ВОЗДУШНЫЙ РЕЖИМ МИКРО- И МАКРОФАУНА ПОЧВ	- АВТОТРАНСПОРТ - ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА ДОРОГ ОТ СНЕГА И ЛЬДА - ПОДЗЕМНЫЕ КОММУНИКАЦИИ - НАЛИЧИЕ СТРОИТЕЛЬНОГО МУСОРА - НАРУШЕНИЕ СКВАЖНОСТИ И АЭРАЦИИ ПОЧВ - ВЫГУЛ СОБАК	<u>ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА:</u> - ВЕТРО- И СНЕГО ЗАЩИТА - ПЫЛЕ- И ГАЗОУЛАВЛИВАЮЩИЕ СПОСОБНОСТИ - СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ШУМА - РЕГУЛИРОВАНИЕ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ <u>ЛАНДШАФТНООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА</u> - УКРЕПЛЕНИЕ СКЛОНОВ, ВОДОЕМОВ, ОБРАГОВ - ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ ОПОЛЗНЕВЫМ ЯВЛЕНИЯМ, СДУВАНИЮ И РАЗМЫВАНИЮ ПОЧВЫ - ОСВОЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ <u>ЛЕЧЕБНЫЕ СВОЙСТВА</u> - ИОНИЗАЦИЯ ВОЗДУХА - ФИТОНЦИДНАЯ АКТИВНОСТЬ
ПРОЧИЕ ФАКТОРЫ	ИСТОЧНИКИ	ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ
- ИНТЕНСИВНОСТЬ ОСВЕЩЕНИЯ: * ИСКУССТВЕННОГО, * СОЛНЕЧНОГО - ШУМ - ВИБРАЦИЯ, - ЭЛЕКТРО-МАГНИТНЫЕ ИЗЛУЧЕНИЯ	- ОРИЕНТАЦИЯ УЛИЦ ПО СТОРОНАМ СВЕТА - АВТОТРАНСПОРТ - ВОЗДУШНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ - НОЧНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ	- АРХИТЕКТОНИКА: * СООТВЕТСТВИЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ЗОЛОТЫМ ПРОПОРЦИЯМ * СОРАЗМЕРНОСТЬ С ГАРМОНИЧНЫМИ ФИГУРАМИ - ГАРМОНИЧНОЕ СОЧЕТАНИЕ ЦВЕТОВОЙ ГАММЫ - СИХОЭСТЕТИЧЕСКАЯ КОМФОРТНОСТЬ ОЩУЩЕНИЙ: * ЗРИТЕЛЬНЫХ, ЗВУКОВЫХ, АРОМАТИЧЕСКИХ - ДИНАМИКА ЦВЕТОПЛАСТИЧЕСКИХ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

В процессе онтогенеза наблюдается закономерная динамика средообразующего воздействия, обусловленная формированием древесных растений и структуры сообщества (насаждений). Воздействие растительности, как правило, носит кумулятивный характер, постепенно усиливаясь со временем. В климаксовых сообществах растения оказывают постоянное, но нерадикальное

воздействие на окружающую среду, поддерживая ее стабильность [Odum, 1969]. Таким образом, средообразующая роль растений является сложным и многогранным процессом, зависящим от множества факторов [Молчанов, 1978; Цыганов, 1983; Kohyama, 1997; Смирнова, Заугольнова, 2000; Носова, Тихонова, Леонова, 2005]. Структура формируется для реализации конкретных задач, которые фактически определяют цель и служат мерилем жизненного цикла биологической системы, как это было показано в работе [Sinnott, 1993], и подтверждено исследованиями [Полевой, 1989; Исаенко, Денискин, 2003]. Исходя из этого, для обоснования важности биоразнообразия и предвидения результатов антропогенного воздействия, необходимо оценивать функциональную значимость (ценные качества) зеленых насаждений, учитывая специфику их роста.

Урбанизированные зеленые насаждения формируют специфические экологические системы, относительно приспособленные к негативному антропогенному воздействию. Отличаясь пониженной экологической устойчивостью, их рост и функционирование значительно отличаются от естественных биоценозов, что обуславливает потребность их в непрерывном поддержании. Городская флора подвержена воздействию как природных факторов, типичных для данной географической зоны, так и специфических техногенных стрессоров, которые приводят к уменьшению их витальности, резистентности, срока жизни, а также вызывают преждевременную деградацию растительности [Фомина, 2020].

Экологическая оптимизация городской среды с целью формирования благоприятных санитарно-гигиенических и эстетических параметров для населения представляет собой одну из приоритетных задач градостроительства и, в особенности, ландшафтного строительства. Рационально организованная система озеленения города, в целом и ее отдельные элементы оказывают значительное воздействие на ключевые показатели качества окружающей среды. Главная функция зеленых зон заключается в обеспечении комфортных условий

городской среды [Переверзев, 2004; Якубов, 2005; Гладов, 2015; Гакаев, 2016; Семенко, 2016; Иванова, 2017; Селенина, 2020; Унагаева, 2020].

Анализ исследований функционирования зеленых насаждений в урбосреде [Протопопов, 1975; Десслер, 1981; Протопопова, 1982; Володько, 1983, Мальков, 1985; Бурков, 1990; Якушина, 1990; Цельникер, Малкина, Ковалев, 1993; Хмелев, 1995; Фролов, 1998; Фролова, 2001; Повариницына, 2007; Хатунцева, 2007; Кулаева, 2009; Рамазанова, 2012; Рунова, 2013; Антоневич, 2013; Яковлева, 2016; Лебедев, 2019; Панов, 2021; Лисотова, 2022 и др.] показал, что экологическая эффективность городских озелененных территорий определяется способностью растений, в определенной степени, нейтрализовать факторы дискомфорта (таблица 1.1).

Одними из основных техногенных факторов загрязнения воздушной среды в городских условиях являются:

- диоксид серы (SO_2) – продукт сгорания ископаемого топлива, вызывающий кислотные дожди;
- оксиды азота (NO_x) – продукты горения автомобильного транспорта и промышленных предприятий;
- твердые частицы (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, общая пыль) – мелкодисперсные частицы пыли, сажи и золы, способные оседать на листьях и снижать эффективность фотосинтеза.

Твердые загрязняющие вещества различных фракций, таких как $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} и общая пыль, отличается по размеру частиц и их воздействию на здоровье человека: $\text{PM}_{2.5}$ (мелкодисперсная пыль) состоит из частиц диаметром менее 2,5 микрометра. Эти частицы настолько малы, что могут проникать глубоко в легкие и даже попадать в кровоток, вызывая серьезные проблемы со здоровьем, такие как сердечно-сосудистые заболевания и респираторные инфекции; PM_{10} (крупнодисперсная пыль) включает частицы диаметром от 2,5 до 10 микрометров. Эти частицы также могут попадать в дыхательные пути, но они обычно задерживаются в верхних дыхательных путях и вызывают менее серьезные проблемы, такие как раздражение глаз, носа и горла; общая пыль

включает все частицы пыли, независимо от их размера. Она может содержать как PM2.5, так и PM10, а также более крупные частицы, которые обычно не представляют серьезной угрозы для здоровья, но могут вызывать дискомфорт, например, аллергические реакции [Артамонов, 1981; Сергейчик, 1985; Черненко, 2012; Косицына, 2014; Жумадилова, 2014; Логачёва, 2015]. Таким образом, основное отличие между этими типами пыли заключается в размере частиц и их потенциальном воздействии на здоровье человека (таблица 1.2).

Таблица 1.2 – Виды твердых взвешенных частиц и их воздействие на здоровье человека

PM2.5 - мелкодисперсная пыль	
Размер частиц: Менее 2,5 микрон (мкм)	
<u>Источники:</u> - Выбросы от транспортных средств (особенно дизельных двигателей). - Промышленные предприятия. - Сжигание топлива в домашних условиях (например, дровяные печи). - Лесные пожары и другие природные источники.	<u>Воздействие на здоровье:</u> - Проникает глубоко в легкие и может попадать в кровоток. - Вызывает сердечно-сосудистые заболевания, такие как ишемическая болезнь сердца и инсульт. - Увеличивает риск развития респираторных заболеваний, включая астму и хроническую обструктивную болезнь легких. - Может вызывать воспаление и окислительный стресс в организме.
PM10 - крупнодисперсная пыль	
Размер частиц: От 2,5 до 10 микрон (мкм)	
<u>Источники:</u> - Строительные и дорожные работы. - Ветер, поднимающий пыль с земли. - Пыльца растений. - Выбросы от некоторых промышленных процессов.	<u>Воздействие на здоровье:</u> - Задерживается в верхних дыхательных путях (носу, горле, трахее). - Вызывает раздражение глаз, носа и горла. - Может усугублять симптомы астмы и других респираторных заболеваний. - В долгосрочной перспективе может способствовать развитию хронических респираторных проблем.
Общая пыль	
Размер частиц: Включает все частицы пыли, независимо от их размера.	
<u>Источники:</u> - Комбинированные источники PM2.5 и PM10. - Домашняя пыль, включающая волокна, чешуйки кожи, пыльцу и другие мелкие частицы. - Пыль от промышленных и сельскохозяйственных процессов.	<u>Воздействие на здоровье:</u> - В зависимости от состава и размера частиц, может вызывать различные проблемы со здоровьем, от легкого раздражения до серьезных заболеваний. - Аллергические реакции, такие как аллергический ринит и астма. - Раздражение кожи и глаз. - В долгосрочной перспективе может способствовать развитию хронических заболеваний дыхательных путей.

Таким образом, каждая фракция пыли имеет свои особенности и потенциальное воздействие на здоровье. PM2.5 считается наиболее опасной из-

за своего размера и способности проникать глубоко в организм. PM10, хотя и крупнее, также может вызывать проблемы, особенно у людей с уже существующими заболеваниями. Общая пыль представляет собой комбинацию различных частиц и может содержать как PM2.5, так и PM10, а также более крупные частицы.

Анализ литературных источников [Беляева, Николаевский, 1989, Каталог, 2017, Попов, 1980, Шихова, 2006, Легощина, 2018], позволил составить таблицу, в которой отражены уровни чувствительности кустарников по отношению к негативным факторам городской среды (таблица 1.3).

Таблица 1.3 - Уровни чувствительности кустарников по отношению к негативным факторам городской среды

Вид кустарника	Диоксид серы (SO ₂)	Оксиды азота (NO _x)	Твердые частицы (PM)	Озон (O ₃)
Кизильник блестящий	Высокочувствителен	Умеренно чувствителен	Среднее воздействие	Высоко чувствителен
	Пожелтение и опадание листьев	Незначительные повреждения	Снижение эффективности фотосинтеза	Хлороз и некроз листьев
Сирень венгерская	Умеренно чувствительна	Умеренно чувствительна	Среднее воздействие	Чувствительна
	Возможное снижение плотности кроны	Легкие повреждения листьев	Накопление частиц на листьях	Появление пятен на листьях
Смородина двудомная	Умеренно чувствительна	Низко-чувствительна	Среднее воздействие	Чувствительна
	Повреждения листьев и снижение	Изменения в структуре кроны	Снижение фотосинтеза и плотности кроны	Повреждение листьев
Жимолость татарская	Высоко чувствительна	Умеренно чувствительна	Среднее воздействие	Высоко чувствительна
	Значительное снижение плотности	Слабые повреждения листьев	Снижение эффективности фотосинтеза	Серьезные повреждения листьев
Карагана древовидная	Устойчива	Низко-чувствительна	Низкое воздействие	Умеренно чувствительна
	Некоторые повреждения при длительном воздействии	Редко наблюдаются значительные повреждения	Плотность кроны снижается незначительно	Незначительные повреждения листьев

Техногенное загрязнение воздуха оказывает различное воздействие на разные виды кустарников, что зависит от типа загрязнителя и особенностей самого растения. Анализ литературных источников показал, что наиболее уязвимы к таким факторам кизильник блестящий и жимолость татарская, особенно в отношении диоксида серы и озона. Эти растения демонстрируют сильное снижение плотности кроны, пожелтение и опадание листьев, а также серьёзные повреждения тканей листа. Сирень венгерская и смородина двудомная обладают умеренной чувствительностью ко всем видам загрязнений, проявляя менее выраженные симптомы, такие как лёгкие повреждения листьев и некоторое снижение плотности кроны. Карагана древовидная выделяется своей относительной устойчивостью к большинству техногенных факторов, демонстрируя лишь незначительные повреждения даже при длительном воздействии. Таким образом, выбор кустарников для посадки в зонах с высоким уровнем загрязнения воздуха должен учитывать эти различия в устойчивости, чтобы обеспечить здоровье и долговечность зелёных насаждений.

Данные представленные в таблице 1.3 показывают обобщенную степень чувствительности разных видов кустарников к различным техногенным факторам загрязнения воздуха, а также описывает конкретные последствия воздействия этих факторов на каждый вид. При этом отсутствуют региональные данные по устойчивости различных видов кустарников в условиях крупного промышленного центра Сибири.

Кустарники, как и другие виды растений, играют важную роль в городской среде, обеспечивая средозащитный потенциал на нескольких уровнях, особенно на уровне дыхательной, зрительной, психоэмоциональной систем человека [Городков, 1989, 1999; 2013; Николаевский, 1972, 1979; Неверова, 2001; Любимов, 2002; Примаков, 2011; Савинцева, 2015; Гнатович, 2017]. Основными аспектами их влияния является:

1. Улучшение качества воздуха:

- поглощение углекислого газа и выделение кислорода: кустарники участвуют в процессе фотосинтеза, поглощая углекислый газ (CO_2) из атмосферы и выделяя кислород (O_2), что помогает снизить концентрацию CO_2 , который является одним из основных парниковых газов, способствующих изменению климата [Юзбеков, 2019; Альтудов, 2023];

- улавливание загрязняющих веществ: способны улавливать частицы пыли, сажи и других твердых частиц, содержащихся в городском воздухе, оседая на листьях и ветвях растений снижает их концентрацию в воздухе [Городков, 1989, 1999; 2013, Ерохина, 1976; Николаевский, 1972, 1979, Ларионов, 2015, Логачева, 2015, Ларионов др., 2015]; при этом пыль (твёрдые взвешенные вещества) имеют различную фракцию и, соответственно, имеют различные источники их выделения и влияние на здоровье человека, на рост и развитие растений;

- поглощение вредных газов: обладают способностью поглощать вредные газы, такие как оксид азота (NO_2) и диоксид серы (SO_2), которые выделяются транспортными средствами и промышленными предприятиями, которые могут вызывать различные заболевания [Антипов, 1979, 1989; Зайцев, 2001; Неверова, 2001, 2001а, Убаева, 2004; Попова, 2007; Ухуджу, 2011];

- фильтрация воздуха: листья кустарников действуют как естественный фильтр, задерживая мелкие частицы пыли и загрязняющие вещества. Это особенно важно в районах с интенсивным движением транспорта и промышленными зонами [Логачёва, 2015].

2. Снижение уровня шума [Абрашкина, 2016; Иванов, 2012; Минина, 2011; Токарева, 2018]:

- поглощение звука: листья и ветви кустарников поглощают звуковые волны, что помогает снизить уровень шума. Это особенно эффективно в отношении высокочастотных звуков, таких как шум от автомобилей и других транспортных средств; рядом авторов установлено, что акустический эффект снижения уровня звука зелеными насаждениями определяют такие факторы как

конструкции посадок и дендрологический состав [Справочник, 1993; Санитарные, 1996; Боголепов, 2010]. Конструкции посадок - для повышения эффективности рекомендуется создавать многорядные живые изгороди, где первый ряд состоит из низкорослых кустарников, второй – из среднерослых, а третий – из высоких деревьев. Такая структура обеспечивает максимальную защиту от шума. Плотнo сформированная объемно-пространственная структура насаждения, состоящая из плотного массива (ряда) древесных растений, действует как звукоизоляционный экран, данный эффект достигается за счет следующих факторов:

- отражение звука: структура габитуса растений создает множество поверхностей, отражающих звуковые волны в различных направлениях - это рассеивает звук и снижает его интенсивность.

- диффузия звука: ветви и листья создают сложную пространственную структуру, которая способствует диффузии звуковых волн, то есть их равномерному распределению в пространстве - это уменьшает концентрацию звука в одном направлении и дополнительно снижает его воздействие.

- замедление распространения звука: растительность замедляет скорость распространения звуковых волн, что приводит к уменьшению интенсивности шума на расстоянии.

- рассеивание звука: кустарники рассеивают звуковые волны, изменяя их направление и снижая их интенсивность; за счет отражения звука от листьев и ветвей, что приводит к его рассеиванию в разных направлениях.

- создание барьера: густые кроны кустарников служат физическим барьером, который препятствует распространению звука, это особенно полезно в местах, где шум от дорог или промышленных объектов является проблемой [ГОСТ 20444-85; Самойлюк, 1975; Градостроительные, 1975; Осин, 1962; Осипов, 1987; Якушина, 1985; Бечина, 2005, 2006; Аксянова, 2013];

- эффект «зеленой стены»: живые изгороди, высаженные вдоль дорог или вокруг жилых зон, создают эффект «зеленой стены», которая эффективно

снижает уровень шума и создает более спокойную и комфортную среду для жителей [Гордеев, 2014; СП. 13330.2011; Чудинова, 2017; Сродных, 2020].

3. *Регуляция микроклимата кустарниками в городской среде - важный аспект их средозащитного потенциала* [Махнев, 1979]. Кустарники способствуют изменению микроклимата в городской среде в более благоприятную сторону для проживания населения, за счет:

- транспирации - процесса испарения воды с поверхности листьев растений, поглощая воду из почвы через корни и выделяя ее в атмосферу через устьица на листьях - данный процесс помогает снизить температуру воздуха вокруг растений; испарение воды требует энергии, которая берется из окружающего воздуха, что приводит к его охлаждению, что особенно важно в жаркие летние дни, когда температура в городах значительно повышается из-за эффекта "теплового острова"; благодаря транспирации, увеличивается влажность воздуха в окружающей среде, что способствует более комфортному микроклимату, особенно в жаркую и сухую погоду, это снижает ощущение жары и улучшает самочувствие жителей;

- затенения поверхности земли и окружающих объектов от прямого солнечного излучения, что уменьшает нагрев городских поверхностей (асфальта, бетона и т.д.).

- снижения воздействия осадков - кустарники способствуют уменьшению стока воды во время дождя, замедляя скорость ее стекания и способствуя лучшему впитыванию в почву, что снижает риск затоплений и эрозии почвы; корневая система кустарников укрепляет почву, предотвращая ее эрозию и вымывание, что особенно важно на склонах и в местах с интенсивным движением пешеходов и транспорта.

- изменение скорости ветра, густая крона кустарников может служить естественным барьером для ветра, снижение скорости ветра уменьшает испарение влаги с поверхности земли и снижает ощущение холода в зимний период, что также позволяет предотвращать эрозию почвы и распространение твердых взвешанных веществ (пыли).

4. *Создание среды для птиц и животных* - обеспечивают укрытие, пищу и места для гнездования, что способствует биоразнообразию в городской среде:

- места для гнездования, укрытие и защита от хищников и неблагоприятных погодных условий - густая крона кустарников, таких как сирень, барбарис или пузыреплодник, создает безопасные места [Благосклонов, 1991; Божко, 1957; Cramp, 1975];

- пища - многие кустарники производят плоды, ягоды и семена, которые служат источником пищи для птиц, особенно в осенне-зимний период, насекомые, обитающие на кустарниках, также служат пищей для птиц;

- создание коридоров для миграции между различными зелеными зонами в городе - посадка кустарников вдоль дорог, в скверах и парках создает непрерывные зеленые зоны, которые помогают птицам и животным перемещаться между различными участками города, не подвергаясь опасности со стороны транспорта.

5. *Эстетический эффект* - кустарников в условиях городской среды является одной из ключевых составляющих их средозащитного потенциала, они играют важную роль в формировании визуального облика городских пространств, улучшая качество городской среды и создавая комфортные условия для жителей [Лазарева, 1987; Теодоронский, 2010; Азарова, 2012; Андрушко, 2011, 2012; Декоративность, 2011], за счет:

- декоративности и разнообразия - кустарники обладают высокой декоративностью, что делает их незаменимыми элементами городского озеленения. Разнообразие форм, размеров, окраски листьев и цветов позволяет создавать разнообразные композиции, которые украшают городские пространства и делают их более привлекательными. Кустарники с яркими цветами создают эффектные акценты в городских ландшафтах, а вечнозеленые - обеспечивают декоративность в течение всего года [Декоративность, 2011; Залывская, Бабич, 2008 - 2021];

- создания визуальных акцентов в городских пространствах - их можно высаживать в качестве одиночных растений или групп, чтобы привлечь

внимание к определенным участкам города; кустарники с необычной формой кроны или яркой окраской листьев могут служить фокусными точками в парках и скверах, создавая визуальный интерес [Ступакова, 2023, 2024; Залывская, 2011];

- формирование зеленых зон - кустарники используются для создания живых изгородей, которые разделяют пространства и создают приватные зоны, создавая ощущение уединения и комфорта [Леонов, 2014; Сродных, 2020];

- смягчение жестких архитектурных форм зданий и сооружений, создавая более гармоничный и естественный вид городской среды; использоваться для маскировки неприглядных объектов, таких как стены зданий, заборы или технические сооружения, скрывать недостатки архитектуры и создать более приятный визуальный образ [Филин, 2001; Авдеева, 2007; Декоративность, 2011];

- создание сезонных изменений в городской среде. Разные виды кустарников цветут в разное время года, что позволяет поддерживать декоративность городских пространств на протяжении всего года [Филин, 2001; Авдеева, 2007; Декоративность, 2011; Залывская, Бабич, 2008 - 2021];

- психоэмоциональное воздействие на жителей города - кустарники, оказывают положительное влияние на психоэмоциональное состояние людей, снижая уровень стресса и улучшая общее самочувствие. Красивые и ухоженные зеленые зоны, созданные с использованием кустарников, создают ощущение спокойствия и гармонии, что особенно важно в условиях городской среды. Исследования в области «видеоэкологии» рекомендуют сохранять различные формы растений, так как они увеличивают разнообразие зрительных (сенсорных) модальностей для человека [Филин, 2001].

Следовательно, кустарниковые насаждения демонстрируют существенный экологический потенциал в рамках урбанизированных территорий, способствуют улучшению качества воздуха, снижая концентрацию загрязняющих веществ, таких как твердые частицы и озон. Кроме того, они играют важную роль в регулировании температурного режима городской среды,

обеспечивая тень и снижая эффект "теплового острова". Они улучшают качество воздуха, снижают шум, регулируют микроклимат, защищают почву от эрозии, создают среду обитания для животных и украшают город. Включение кустарников в городское озеленение является важным шагом в создании более здоровой и комфортной городской среды, что помогает сохранить природные связи и улучшить качество жизни как для животных, так и для людей.

Эстетическая функция кустарников в городской среде является важной составляющей их средозащитного потенциала. Они не только украшают городские пространства, но и создают комфортные условия для жителей, улучшая качество городской среды. Разнообразие форм, размеров и окраски кустарников позволяет создавать разнообразные композиции, которые делают город гармоничным и устойчивым на психоэмоциональном уровне. Включение кустарников в городское озеленение является важным шагом в создании эстетически привлекательных и комфортных городских пространств [Шестаков, 1973; Хацкевич, 1987; Тетиор, 1997; Филин, 2001; Траутвейн, 2001; Нефёдов, 2002; Большаков, 2002; Нефёдов, 2006; Авдеева, 2007]. Экологические функции и свойства растений, пространственные структуры и процессы их взаимодействия с окружающей средой, способствуют созданию комфортной и здоровой среды для жителей города, что особенно важно в условиях урбанизации и изменения климата.

На сегодняшний день существует обширный массив научных данных, касающихся загрязнения растительных сообществ в городской среде. Проведение исследований в этой области сопряжено с существенными проблемами. В частности, концентрация загрязняющих веществ на растениях, расположенных вдоль технически однородного участка дороги, может значительно варьироваться [Лабий, Карпинец, 1988]. Кроме того, степень воздействия зависит от разнообразия видов в растительном сообществе, возраста и плотности посадок растений, а также других параметров, таких как характеристики местности, преобладающее направление воздушных потоков и интенсивность движения транспорта. Сложность анализа данных о техногенном

влиянии на растения обусловлена также комплексным воздействием металлов на их обмен веществ. Общий эффект воздействия различных факторов городской среды, как прямого, так и косвенного, определяет степень ущерба, наносимого растениям.

Вопросы создания зеленых насаждений в Красноярске - городе со сложным сочетанием природно-климатических условий и техногенных нагрузок изложены в научных работах Е.Н. Протопоповой, И.Ю. Коропачинского, Е.В. Авдеевой, Г.С. Вараксина, Р.И. Лоскутова, И.Н. Павлова, О.С. Артемьева, А.А. Россининой, Е.В. Лисотовой, А.И. Панова, И.В. Кухара, Т.Ю. Аксяновой, О.М. Ступаковой, М.И. Седаевой, К.В. Черниковой, Ю.В. Кладько, Г.А. Демиденко, А.А. Извекова и других авторов. В научных работах рассмотрены вопросы влияния урбосреды Красноярска на жизненное состояние, рост и развитие деревьев на городских общественных пространствах (парки, скверы, санитарно-защитные зоны предприятий г. Красноярска) [Вараксин, 2009; Россинина, 2010; Артемьев, 2003, 2008, 2009, 2013; Коропачинский, Лоскутов, 2014; Демиденко, 2021; Лисотова, Сунцова, Иншаков, 2013, 2021, 2022; Черникова, 2021; Кладько 2012, 2019, ; Кухар 2022, 2023; Ступакова, 2013, 2023, 2024].

Научные работы Е.В. Авдеевой, И.В. Кухара, А.А. Извекова, К.В. Черниковой посвящены выявлению индикаторной роли древесных растений в урбанизированной среде, вопросам мониторинга объектов городского озеленения, динамике их роста и развития. Установлено, что в качестве вида-индикатора, достоверно отражающего состояние окружающей среды, может выступать лиственница сибирская [Авдеева, 2007].

В работах Е.В. Лисотовой, Л.Н. Сунцовой, Е.М. Иншакова, И.Н. Павлова, С.Г. Вараксина, О.Ф. Ступаковой, представлены результаты научных исследований влияния техногенных нагрузок г. Красноярска на древесные растения, с целью оценки адаптационных свойств древесных растений, используемых в городском озеленении [Авдеева, 2007 – 2024; Лисотова, Панов, 2003; Вараксин, Ступакова, 2013-2024].

Сохранение стабильности структуры сложной растительной системы на протяжении определенного периода времени является ключевым аспектом её устойчивости. Данная характеристика, отражающая жизнеспособность и адаптивность насаждений, детально изучена в работах ряда исследователей. В частности, результаты исследований, посвященных оценке состояния растений и устойчивости лесных насаждений, представлены в научных публикациях Алексеева Е.М. [Алексеев, 1990], Руновой О.А. [Рунова, 2013], Николаевский В.С. [Николаевский, 1979, 1998], Тарабрин С.П. [Тарабрин1980], Скрипальщичевой Л.Н. [Скрипальщичева, 2019], Поляковой Е.В. [Полякова, 2019], Мозолева Е.Г. [Мозолева, 2001], Мамаева Е.Т. [Мамаев, 2023], Чернышенко О.С. [Чернышенко, 1996, 2002] и других ученых. Данные работы обеспечивают теоретическую и методологическую основу для дальнейшего изучения устойчивости растительных систем.

Работы Л.И. Аткиной Т.Б. Сродных, З.Я., Агафоновой, З.Я. Нагимова, Д.И. Нуриева и др. посвящены исследованию жизненного состояния, динамике развития деревьев в насаждениях г. Екатеринбурга [Аткина, 2008, Г.В. Агафонова, 2011; Сродных, 2016, Нуриев, 2019; Никитина, 2022]; А.Г. Большакова, Е.М. Руновой, С.В. Чжан, Е.В. Потаповой – влиянию урбосреды на зеленые насаждения в населенных пунктах Иркутска и Братска, О.С. Залывской, Н.А. Бабича, О.Н. Тюкавиной – в городах Архангельской области [Залывская, Бабич, 2013 - 2020], Бабурина А. А., Морозовой Г. Ю. – дана оценка экологической значимости зеленых насаждений дальневосточных городов [Морозова, 2009; 2010].

Объемно-пространственные структуры городских посадок из кустарников. Рекогносцировочный анализ исследуемых типов парковых насаждений из кустарников показал, что преобладающим типом на объектах озеленения г. Красноярска являются *живые изгороди*, которые различаются по типу их формирования и, соответственно, уходу за растениями, это формирует их внешний вид, влияет на функциональность и экологические характеристики

[Кладько, 2012; Аксянова, 2013; Большаков, 2017; Нефедов, 2002; Сродных, 2020; Разводова, 2023].

Живые изгороди. Основными типами живых изгородей являются изгороди, сформированные из *стриженных или свободно растущих* кустарников. Существенными различиями между стриженными и свободно растущими живыми изгородями заключаются в следующем:

1. Внешний облик - эстетические аспекты [Srodnykh, Vishnyakova, Luganskaya, 2019; Попова, 2019; Залывская, Бабич, 2020; Гаврилов, 2023;]:

- *стриженные* живые изгороди – при соблюдении технологии формирования они имеют четкую форму и ровные линии благодаря регулярной обрезке, выглядят аккуратно и ухоженно, часто используются в регулярных садах и парках, а также для оформления участков с классическими архитектурными элементами; при несоблюдении технологии формирования у изгородей оголяется нижняя часть, что приводит к снижению экологической функциональности;

- *свободно растущие* живые изгороди - растут естественным образом без строгого контроля формы, такие изгороди выглядят более естественно и разнообразно, с различными формами и размерами растений. Они чаще встречаются в природных пейзажных ландшафтах и садах в стиле "натургартен".

2. Функциональность [Голосова, 1991; Котова, 2009; Селиванова, 2015]:

- *стриженные* живые изгороди – обладают высокой плотностью и компактностью, что делает их эффективными барьерами для ветра, пыли и шума; регулярная стрижка помогает поддерживать однородную структуру и высоту, что улучшает защитные свойства изгороди;

- *свободно растущие* живые изгороди - менее плотные и менее эффективные в качестве защитных барьеров, поскольку растения растут неравномерно, однако они могут обеспечивать лучшую среду обитания для птиц и насекомых, поддерживая биоразнообразие.

3. Уход [Ковальчук, Соколов, Бухарина, Ведерников, 2023; Старостина, Гаврильева, Андреева, 2022]:

- *стриженные* живые изгороди – требуют регулярного ухода, включая частую стрижку для поддержания формы и плотности - это требует времени и усилий, а также специальных инструментов и навыков;

- *свободно растущие* живые изгороди – практически не требуют ухода после первоначального высаживания за исключение санитарной обрезки, растениям предоставляется возможность расти естественным образом, что экономит время и ресурсы.

4. Экологические аспекты [Якубов, 2005; Климанова, 2016; Морозова, Дебелая, 2017; Мирзеханова, 2013]:

- *стриженные* живые изгороди – оказывают больше отрицательного влияния на окружающую среду, так как регулярная стрижка ограничивает возможности для развития естественной экосистемы, более того, использование техники для стрижки может приводить к выбросам углекислого газа, загрязняющим окружающее пространство;

- *свободно растущие* живые изгороди – способствуют созданию более богатой экологической среды, предоставляя укрытие и пищу для птиц и насекомых.

5. Использование [М.Н. Чомаева, 2020; Меркулова, 2018; Балакин, Сидоренко, Слесарев, Антюфеев, 2019]:

- *свободно растущие* живые изгороди – могут быть использованы в местах, где требуется защита от ветра, шума и изоляции территории, а также для создания естественных границ функциональных зон;

- *стриженные* живые изгороди – применяются в местах, где необходима высокая степень контроля и поддержания аккуратного внешнего вида территории.

Таким образом, два данных типа изгородей можно комбинировать для получения оптимального результата в зависимости от потребностей и условий объекта озеленения:

- *свободно растущие* живые изгороди – сочетают в себе элементы природы и сохраняют естественность, что делает её привлекательным элементом в пейзажном стиле в ландшафтном дизайне;

- *стриженные живые изгороди* – привносят элемент порядка и управления, что повышает их практичность и долговечность.

Выводы по главе

Анализ литературных источников в области озеленения сибирских городов позволил выявить основные факторы дискомфорта урбанизированной среды, а также обобщенную степень чувствительности различных видов кустарников к определенным техногенным факторам загрязнения. При этом несмотря на обширный научно-практический материал, отсутствуют региональные данные по устойчивости, экологической эффективности, декоративности кустарников, произрастающих на объектах озеленения различного функционального назначения в условиях крупного промышленного центра Сибири.

2. Рекогносцировочный анализ исследуемых типов парковых насаждений из кустарников на объектах озеленения г. Красноярска показал, что преобладающим типом являются живые изгороди, которые различаются по типу формирования поперечного профиля, уходу за растениями, однако отсутствуют данные по экологической устойчивости и средозащитной способности кустарников с различной пространственной структурой на объектах городского озеленения.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Объекты исследования

Объектами исследования являются кустарники, произрастающие в насаждениях города Красноярск различного функционального назначения: скверы – 8, парки – 4, улицы и проспекты – 9, расположенных в 7 районах города Красноярска, обслуживание которых производит Муниципальное предприятие «Управление зеленого строительства» (МП «УЗС»), и в питомнике декоративных растений этого же предприятия. Пространственные характеристики, исследуемых объектов озеленения и питомника МП «УЗС» представлены в таблице 2.1 и на рисунке 2.1. Исследуемые объекты на рисунке 2.2.

В ходе исследований был изучен ассортимент на 22 объектах озеленения, подвергающиеся различным внешним факторам, ассортимент кустарников представлен 24 видами.

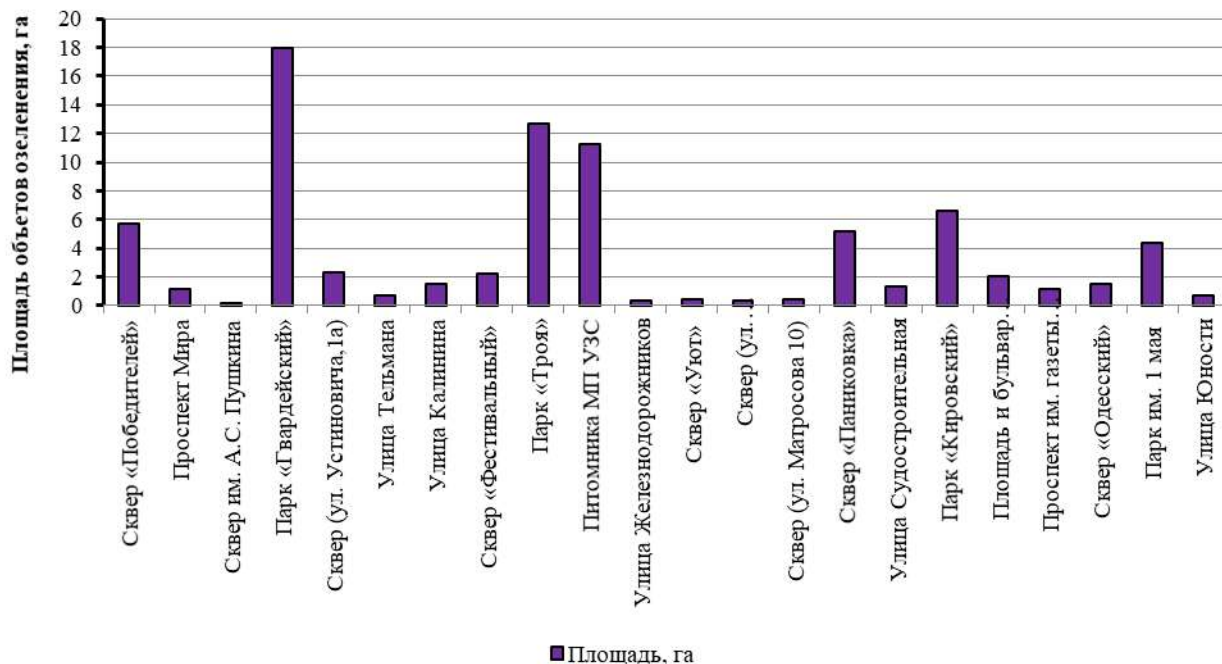


Рисунок 2.1 – Площадь исследуемых объектов озеленения и питомника МП «Управление зеленого строительства»

Таблица 2.1 – Пространственные характеристики объектов озеленения

№	Наименование (адрес)	Периметр, м	Площадь, га	ИПФО*
1	2	3	4	5
Центральный район				
1	Сквер «Победителей» (улица Качинская, 1)	1010	5,71	1,19
2	Проспект Мира	11056	1,10	29,7
3	Сквер им. А.С. Пушкина (проспект Мира, 75П/3)	154	0,14	1,16
Советский район				
4	Парк «Гвардейский» (ул. Новгородская 5)	2023	17,97	1,4
5	Сквер (улица Устиновича 1а)	744	2,28	1,39
6	Улица Тельмана	14052	0,70	47,3
Октябрьский район				
7	Улица Калинина	20926	1,52	47,8
8	Сквер «Фестивальный» (ул. Новая Заря 13)	923	2,24	1,74
9	Парк «Троя» (Проспект Свободный 69)	1932	12,71	1,53
10	Питомник МП «УЗС» (ул, Становая 1а/1)	1565	11,25	1,3
Железнодорожный район				
11	Улица Железнодорожников	4797	0,31	24,2
12	Сквер «Уют» (ул. Железнодорожников 10)	312	0,43	1,43
13	Сквер (ул. Железнодорожников 19)	305	0,36	1,4
Свердловский район				
14	Сквер (ул. Матросова 10)	269	0,41	1,19
15	Сквер «Паниковка» (ул. Королева 8а)	1320	5,17	1,64
16	Улица Судостроительная	12520	1,31	30,8
Кировский район				
17	Парк «Кировский» (ул. Кутузова 91)	1658	6,6	1,82
18	Площадь и бульвар Маяковского (проспект Красноярский рабочий 109)	1708	2,01	3,40
19	Проспект им. газеты «Красноярский рабочий»	12002	1,08	32,6
Ленинский район				
20	Сквер «Одесский» (ул. Одесская, 7)	675	1,5	19,55
21	Парк им. 1 мая (ул. Парковая 19)	897	4,33	1,22
22	Улица Юности	5630	0,66	19,5



- - улицы (проспекты): 1 – ул. Калинина, 2 – ул. Железнодорожников, 3 – проспект Мира, 4 – улица Тельмана, 5 – улица Судостроительная, 6 – пр. им. газеты «Красноярский рабочий», 7 – улица Юности;
- ▲ - скверы: 9 – Сквер (ул. Железнодорожников, 19), 12 - Сквер имени А.С. Пушкина, 13 – Сквер «Победителей», 14 - Сквер (Устиновича, 1а), 16 - Сквер (Матросова, 10), 17 - Сквер «Фестивальный», 10 – сквер «Уют», 11 – сквер «Паниковка», 18 - Площадь и бульвар Маяковского, 21 - Сквер «Одесский»;
- - парки: 8 - Парк «Троя», 15 - Парк «Гвардейский», 19 - Парк «Кировский», 20 - Парк им. 1 мая
- - Питомник МП «УЗС»

Рисунок 2.2 - Исследуемые объекты озеленения и питомник МП «УЗС»

Исследование, основанное на применении индекса пространственной конфигурации объекта (ИПКО), показало, что только небольшое число анализируемых участков (четыре объекта) демонстрирует идеальное значение ИПКО, составляющее 1,20. Данный показатель коррелирует с улучшением рекреационных характеристик территории и повышением экологической устойчивости растительности. К таким объектам относятся крупные парковые зоны, как парк им. 1 мая, и скверы («Победителей», на ул. Матросова и пр. Мира «им. А.С. Пушкина»). Шесть объектов продемонстрировали низкие значения индекса, не превышающие 0,49, что указывает на преобладание вытянутой конфигурации и повышенную уязвимость внутренних участков озелененных территорий. К этой категории относятся городские улицы. Остальные объекты характеризуются промежуточными значениями ИПКО, что, также негативно сказывается на рекреационной привлекательности и экологической стабильности зеленых насаждений.

2.2 Методы исследования

Оценка рекреационной привлекательности и экологической стабильности насаждений осуществляется посредством **индекса формы объекта** озеленения. Данный показатель, рассчитываемый как соотношение площади к периметру, характеризует пространственную конфигурацию озелененной территории. Круглая форма признана оптимальной в контексте озеленения, поскольку обеспечивает максимальный охват площади при минимальном периметре [Петрова, 2018] Индекс формы I рассчитывается по формуле, $I=P/(2\sqrt{S\pi})$, где P – периметр, м; S - площадь участка, м².

Для объектов озеленения с круглой формой индекс формы (ИПФО) равен единице. Отклонение от округлости приводит к увеличению ИПФО ($I > 1$), при этом, более высокие значения индекса свидетельствуют о снижении экологической устойчивости озелененной территории, требуя внедрения мер по оптимизации. Значения ИПФО в диапазоне от 2 до 5 указывают на вытянутую или сильно изрезанную конфигурацию, сложные границы и, как следствие, высокую уязвимость внутренних пространств.

При значениях ИПФО от 1 до 1.20 наблюдается повышение рекреационной комфортности и экологической устойчивости насаждений, что свидетельствует об экологической эффективности пространственной формы объекта. Диапазон индекса от 1.21 до 1.40 ассоциируется со снижением рекреационной комфортности и экологической устойчивости. При ИПФО, превышающем 1.41, наблюдается значительное снижение рекреационной комфортности и экологической устойчивости, указывающее на очень низкую экологическую устойчивость озелененной территории из-за незащищенности внутренних пространств, что характерно для узких линейных или изрезанных форм объектов [Полякова, 2004].

Устойчивость видов оценивалась по показателю жизненного состояния. Данный показатель позволяет интегрировать множественные стрессовые воздействия (такие как загрязнение воздуха, изменение водного режима,

механические повреждения и др.) и оценить общее состояние растений в конкретных условиях урбанизированной территории, что позволяет выявить виды, обладающие высокой адаптивной способностью к городской среде, и оценить степень их устойчивости к антропогенному воздействию, что делает данный показатель эффективным инструментом для оценки экологической устойчивости видов в городских экосистемах (таблицы 2.2 – 2.5).

Диагностика жизненного состояния древесных растений и насаждений проведена в соответствии с методами, используемыми при оценке степени деградации древостоев, подверженных промышленному воздействию (Алексеев, 1990, 1992; Мозолевская, 2001, 2007; Санитарные правила, 1998). На каждом объекте озеленения диагностировалось не менее 10 особей встречающихся видов растений.

Жизнеспособность деревьев оценивалась с применением методики, разработанной Алексеевым А.А., в сочетании с визуальной оценкой состояния кроны (Алексеев, 1989). Деревья, демонстрирующие показатели в диапазоне 80-100%, классифицировались как находящиеся в "здоровом" состоянии. Экземпляры с показателями от 50 до 79% определялись как "поврежденные" или "ослабленные". Деревья, чьи показатели варьировались от 20 до 49%, характеризовались как "сильно поврежденные" или "сильно ослабленные". Наконец, деревья с показателями 19% и ниже относились к категории "отмирающих" [Методы оценки состояния лесных насаждений, 2003; Алексеев, 1990; Мозолевская, 2007].

Таблица 2.2 - Критерии оценки категорий жизненного состояния деревьев [Мозолевская, 2001; 2007]

Состояние деревьев	Основные признаки качественного состояния деревьев	Категория состояния (жизнеспособности) деревьев	Основные признаки категорий жизнеспособности деревьев (Санитарные, 1998)
Хорошее (1) (зеленый цвет на опорном плане)	Деревья здоровые, нормального развития, густо облиственные, окраска и величина листьев нормальные, заболеваний и повреждений вредителями нет, без механических повреждений	1	<p>Без признаков ослабления</p> <p>Листья или хвоя зеленые нормальных размеров, крона густая нормальной формы и развития, прирост текущего года нормальный для данных вида, возраста, условий произрастания деревьев и сезонного периода, повреждения вредителями и поражение болезнями единичны или отсутствуют</p>
Удовлетворительное (2) (желтый цвет на опорном плане)	Деревья условно здоровые с неравномерно развитой кроной, недостаточно облиственные, заболевания и повреждения вредителями могут быть, но они в начальной стадии, которые можно устранить, с наличием незначительных механических повреждений, не угрожающих их жизни	2	<p>Ослабленные</p> <p>Листья или хвоя часто светлее обычного, крона слабо ажурная, прирост ослаблен по сравнению с нормальным, в кроне менее 25 % сухих ветвей. Возможны признаки местного повреждения ствола и корневых лап, ветвей, механические повреждения, единичные водяные побеги</p>
		3	<p>Сильно ослабленные</p> <p>Листья мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50 %, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями ствола, корневых лап, ветвей, хвои и листья, в том числе, попытки или местные поселения стволовых вредителей, у лиственных деревьев часто водяные побеги на стволе и ветвях</p>

Неудовлетворительное (3) (красный цвет на опорном плане)	Крона слабо развита или изрежена, возможна суховершинность и усыхание кроны более 75 % (для ильмовых насаждений, пораженных голландской болезнью с усыханием кроны более 30 % и менее если имеются входные и вылетные отверстия заболонников), имеются признаки заболеваний (дупла, обширные сухобочины, табачные сучки и пр.) и признаки заселения стволовыми вредителями, могут быть значительные механические повреждения	4	Усыхающие	Листва мельче, светлее или желтее обычной, хвоя серая, желтоватая или желто-зеленая, часто преждевременно опадает или усыхает, крона сильно изрежена, в кроне более 50 % сухих ветвей, прирост текущего года сильно уменьшен или отсутствует. На стволе и ветвях часто имеются признаки заселения стволовыми вредителями (входные отверстия, насечки, сокотечение, буровая мука и опилки, насекомые на коре, под корой и в древесине); у лиственных деревьев обильные водяные побеги иногда усохшие или усыхающие
		5	Сухостой текущего года	Листва усохла, увяла или преждевременно опала, хвоя серая, желтая или бурая, крона усохла, но мелкие веточки и кора сохранились. На стволе, ветвях и корневых лапах часто признаки заселения стволовыми вредителями или их вылетные отверстия
		6	Сухостой прошлых лет	Листва или хвоя осыпались или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала на большей части ствола. На стволе и ветвях имеются вылетные отверстия насекомых, под корой - обильная буровая мука и грибница дереворазрушающих грибов

Таблица 2.3- Категории жизненного состояния деревьев (Мозолевская, 2007)

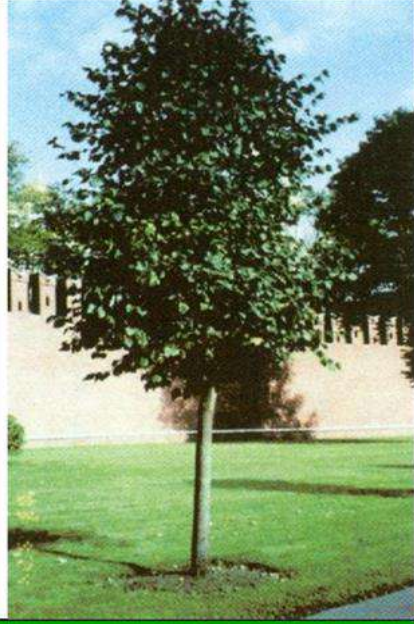




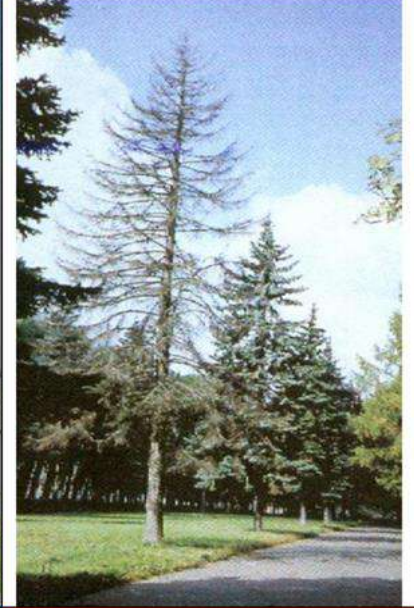
Категории состояния лиственных деревьев		
		
дерево хорошего состояния (1)	дерево удовлетворительного состояния (2)	дерево неудовлетворительного состояния (3)
Категории состояния хвойных деревьев		
		
дерево хорошего состояния (1)	дерево удовлетворительного состояния (2)	дерево неудовлетворительного состояния (3)

Таблица 2.4 - Критерии оценки категорий жизненного состояния кустарников (Мозолевская, 2007)

Состояние кустарника	Основные признаки качественного состояния кустарников
Хорошее (1) (зеленый цвет на опорном плане)	Без признаков ослабления - кустарники здоровые, нормального развития, густо облиственные, форма кроны естественная или правильно сформированная, окраска и величина листьев соответствуют виду растения, заболеваний и повреждений вредителями нет, без механических повреждений
Удовлетворительное (2) (желтый цвет на опорном плане)	Ослабленное - кустарники условно здоровые с неравномерно развитой кроной, недостаточно облиственные, листва или хвоя часто светлее обычного, крона слабо ажурная, в кроне менее 25 % сухих ветвей. Заболевания и повреждения вредителями в начальной стадии, которые можно устранить, с наличием незначительных механических повреждений, не угрожающих их жизни. Сильно ослабленное - листва мельче или светлее обычной, хвоя светло-зеленая или сероватая матовая, крона изрежена, сухих ветвей от 25 до 50 %, прирост уменьшен более чем наполовину по сравнению с нормальным. Часто имеются признаки повреждения болезнями и вредителями.
Неудовлетворительное (3) (красный цвет на опорном плане)	Усыхающее - крона слабо развита или изрежена, усыхание более 75 %, имеются признаки заболеваний, механические повреждения. Сухостой - листва и хвоя усохла, увяла или осыпались, или сохранились лишь частично, мелкие веточки и часть ветвей опали, кора разрушена или опала, значительные механические повреждения.

Таблица 2.5 – Категории жизненного состояния кустарников

Категории состояния лиственных кустарников		
		
хорошего состояния (1)	удовлетворительного состояния (2)	неудовлетворительного состояния (3)
Категории состояния хвойных кустарников		
		
хорошего состояния (1)	удовлетворительного состояния (2)	неудовлетворительного состояния (3)

Исследования влагоудерживающей способности методом «завядания» проведена по методике Арланда [Жолкевич, 1989] которая основана на определении скорости потери влаги в течение определенного периода времени:

– пробеги длиной 30 см для исследования собраны в июне 2023 г. на объектах озеленения г. Красноярска с различным уровнем техногенной нагрузки, контрольный участок - питомник МП «УЗС»;

– измерение веса образцов проведено на лабораторных весах с точностью измерения до 0,01 г, с периодичностью 30 минут в течение 3 часов (6 замеров) и последующего расчета в процентах относительно первоначального веса;

– количество повторностей каждого вида на одном объекте озеленения – 10. Результаты исследований представлены в Приложении Д.2.

Оборудование и методы мониторинга природных и антропогенных условий на объектах озеленения. В настоящее время проблема загрязнения городской среды приобретает все большую актуальность, вопросы мониторинга и контроля состояния окружающей среды становятся крайне важными. Загрязнение воздушной среды оказывает негативное влияние на здоровье человека, экосистемы и климатические условия, на основании этого анализ санитарно-гигиенических свойств древесных растений является весьма актуальной задачей. Мониторинг состояния урбосреды на городских объектах озеленения, с учетом влияния различных видов и насаждений из кустарников выполнялся с использованием следующего оборудования:

1. Анализатор пыли «DustTrak 8533» предназначен для измерений массовой концентрации аэрозольных частиц различного происхождения в атмосферном воздухе, при помощи данного оборудования производились отборы проб взвешенных веществ (PM₁; PM_{2,5}; PM₁₀). Регистрация рассеянного излучения является ключевым элементом в данном оптическом методе анализа. Анализатор состоит из трёх основных компонентов: измерительного блока, побудителя расхода с набором импакторов (устройств для отбора проб) и пробоотборного зонда. Прибор оснащён сенсорным экраном,

который позволяет вводить данные и управлять его работой. Для обмена данными с другими устройствами анализаторы имеют цифровые интерфейсы USB (Host, Device) и Ethernet, а также аналоговые токовые выходы. Для работы с анализатором через IBM PC-совместимый компьютер используется программное обеспечение TRAKPRO, которое входит в стандартный комплект поставки.

Анализатор DUSTTRAK 8533 имеют встроенную функцию фракционного разделения аэрозольных частиц в пробе, на сенсорный экран одновременно выводятся результаты измерений общей массовой концентрации и массовая концентрация отдельных фракций аэрозольных частиц (PM1; PM2,5; PM10), для этой цели прибор оснащен сменными импакторами (PM1; PM2,5; PM10) и циклоном 4 мкм. Общий вид Анализатора представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3. – Внешний вид анализатора пыли DUSTTRAK 8533

Основные технические характеристики анализатора DUSTTRAK 8533 представлены в Приложении Е.

2. Приборы для измерения микроклиматических и антропогенных параметров и их технические характеристики (рисунок 2.4):

- скорость ветра, м/с - термоанемометр DT-619;

- уровень шума, дБ - Шумомер DT-815.

Допустимые уровни шума, пыли и ветра для городских территорий представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Допустимые уровни факторов дискомфорта среды [ФЗ №96, 1999, СП 42.13330.2016; ГОСТ 24728-81]

Фактор дискомфорта	Допустимый уровень
Шум	55 дБ
Пыль:	
Взвешенные частицы PM _{2,5}	0,16 мг/м ³
Взвешенные частицы PM ₁₀	0,3 мг/м ³
Взвешенные частицы (общая пыль)	0,5 мг/м ³
Ветер	5 м/с

Натурные обследования объектов озеленения проводились в 2021-2022 годах. Измерение уровня шума проводилось прибором – Шумомер DT-815, анализатором пыли DUSTTRAK 8533 и термоанемометром DT-619. В каждой точке проводилось измерение в трех повторностях в разные временные интервалы: утром (7:00 – 9:00), днём (12:00 – 15:00) и вечером (17:00 – 20:00).



Термоанемометр DT-619

Диапазон измерения температуры воздуха - °C 0-50, точность ±3%
 Диапазон измерения скорости воздуха, м/с 0.4-30, точность ±0.20 м/с
 [www.vseinstrumenti.ru]



Шумомер DT-815

Точность ±1,4 дБ
 Диапазон частот - 31,5 Гц – 8 кГц
 Динамический диапазон - 50 дБ
 Уровень измерений LO: 30 – 80 дБ; Med: 50 – 100 дБ; Hi: 80 – 130 дБ; Auto: 30 – 130 дБ
 Время измерения -
 Быстрое (125 мс), медленное (1 с)
 [toolb.ru]

Рисунок 2.4 – Приборы для измерения микроклиматических и антропогенных параметров и их технические характеристики

Оценка декоративности древесных растений. Оценка декоративности древесных растений проведена по методике, разработанной в САФУ им. М.В. Ломоносова, авторы Бабич Н.А. и Залывская О.С. (Бабич, 2008; 2014). В основу данной методики положены различные методы оценки из смежных областей знаний:

- эстетичность открытых ландшафтов, пейзажей, лесных сообществ [Рожков, 1978; Любавская, Виноградова, 1983; Маркевич, Шужмов, 1993 и др.], характеризует декоративный облик участков леса, открытые пространства и другие фитоценозы в естественных условиях;

- отдельные признаки деревьев и кустарников (обилие цветения, зимостойкость, поврежденность растений и др.), отражая какой-то один параметр [Фролова, 2001], где одним из основных диагностических показателей физиологического состояния деревьев, произрастающих в городских насаждениях, является возрастная декоративность, которая отражает изменения эстетических свойств растений в процессе онтогенеза;

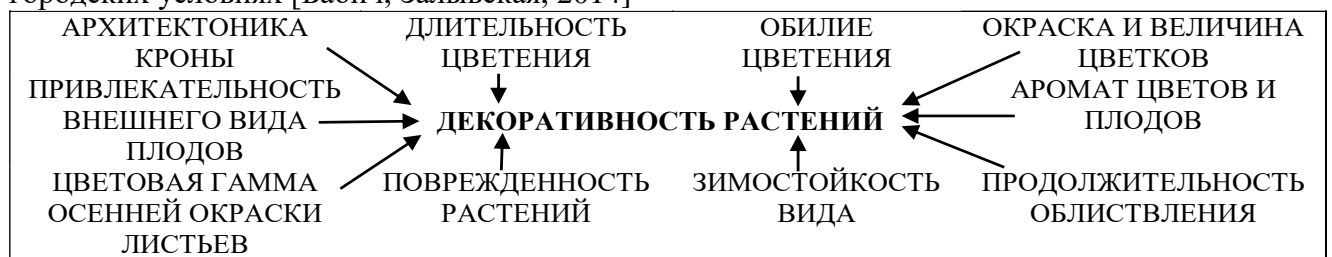
- декоративности, в основу которой положена динамика возрастных изменений основных признаков архитектоники кроны: её форма, структура и фактура [Фролова, 2001].

Методика оценки, разработанная Н.А. Бабичем и О.С. Залывской, создана с целью расширения и уточнения имеющихся методик оценки степени декоративности древесных и кустарниковых пород, применяемых для озеленения населенных мест. Декоративная ценность городских зеленых насаждений оценивается посредством десяти критериев. Данные критерии включают: структуру кроны, продолжительность и интенсивность цветения, колористику и размер цветков, эстетическую привлекательность плодов, период сохранения плодов на ветвях, интенсивность аромата цветков и плодов, спектр осенней окраски листвы, степень повреждения растений, а также устойчивость видов к зимним условиям (см. Таблицу 2.7).

В работах [Бабич, Залывская, 2014] представлена детальная методология оценки декоративных качеств зеленых насаждений в городской среде,

охватывающая вышеуказанные параметры. Предложенная схема позволяет комплексно оценить вклад растений в формирование эстетически привлекательного городского ландшафта, учитывая, как визуальные, так и функциональные характеристики насаждений. Важность подобной оценки подчеркивается необходимостью оптимизации выбора видов для озеленения городских территорий, с учетом их декоративности и устойчивости к неблагоприятным факторам городской среды (таблица 2.7).

Таблица 2.7 – Схема методологии исследования декоративности зеленых насаждений в городских условиях [Бабич, Залывская, 2014]



Растения оцениваются посредством балльной системы, варьирующейся от 0 до 5 баллов. Максимальное значение, равное 5, назначается образцам, демонстрирующим наиболее выраженные положительные характеристики; последующее снижение балла отражает ухудшение выраженности данных признаков вплоть до 0. В таблице 2.9 представлены шкалы оценок декоративности по каждому показателю. Количество повторностей по каждому виду - 30 экз. Сумма баллов определяет общий балл и степень декоративности (таблица 2.8).

Таблица 2.8 - Степень декоративности деревьев и кустарников

Суммарный балл	1-10	11-20	21-30	31-47
Декоративность	Очень низкая	Низкая	Средняя	Высокая

Анализ декоративности кустарников в условиях города Красноярска проводился на объектах озеленения у свободнорастущих кустарников в процессе проведения экологического мониторинга, оценивалось по 30 экземпляров каждого вида. Для каждой выборки по каждому признаку вычисляются следующие статистические характеристики: наибольшее значение (M_{\max}), наименьшее значение (M_{\min}), амплитуда колебания (R), стандартное отклонение

(σ), дисперсия (σ^2), коэффициент вариации (V , %), степень изменчивости признака, точность эксперимента (P , %), ошибка среднего ($\pm m$), размер выборки (n), значимость среднего значения. Степень варьирования признака, согласно шкале Мамаева (1972), определяется по величине коэффициента вариации: до 7% – очень незначительная, 8 ... 12% – малая, 13 ... 20 % – умеренная, 21 ... 30% – повышенная, 31 ... 40% – большая, 40 % и выше – очень большая.

Для анализа условий развития зеленых насаждений в городской среде использовалась методика, разработанная с целью классификации условий произрастания в зависимости от степени влияния ландшафтных, антропогенных, градостроительных и рекреационных факторов, оказывающих негативное воздействие на рост древесных растений [Авдеева, 2007]. В Приложении А представлена ключевая таблица, отражающая "Комплексную оценку состояния растительности на локальном уровне". Анализ влияния факторов окружающей среды на рост и развитие зеленых насаждений позволяет проводить классификацию исследуемых территорий по критерию схожести условий, в которых растения произрастают в городских условиях. Подробное описание этой методологии можно найти в трудах Авдеевой Е.В., Панова А.И., Извекова А.А. и Кухара И.В. (Авдеева, 2008; Авдеева, Черникова, 2022; Панов, 2021). Весомость каждого рассматриваемого фактора подкрепляется существующими нормативными документами и результатами научных изысканий, и выражается в баллах. В таблице 2.10 приведена информация об интенсивности негативных факторов, которая определяет типы условий произрастания.

Таблица 2.9 - Шкала оценки декоративности кроны

Балл	Характеристика
Архитектоника кроны - структура кроны, включающая её конфигурацию и пространственное расположение ветвей, существенно влияет на эстетическое восприятие древесных растений как в вегетационный период, так и в зимнее время. Форма кроны, определяемая генетическими особенностями вида и условиями произрастания, является важным элементом декоративности. Различают естественную форму кроны и искусственную, полученную в результате обрезки (топиарное искусство) (Колесников, 1974).	
4 - 5	растения отличаются чётко выраженной формой кроны, оригинальностью её строения
3	растения, сохранившие свой габитус, имеющие хорошо сформированные ствол и ветви кроны
2	растения с заметным угнетением и деформированной кроной, имеются сухие побеги и ветви, ствол повреждён
1	растения сильно угнетены, ветви отмирают на 60-70 %, крона сильно деформирована, ствол сильно повреждён
Длительность цветения играет большую роль в эстетичности растения при условии неаллергичности пыльцы	
5	продолжительно цветущие (дольше 1 месяца)
4	средней продолжительности цветения (2 недели - 1 месяц)
3	непродолжительно цветущие (1-2 недели)
2	короткоцветущие (до 1 недели)
1	цветущие не каждый год
0	нецветущие в данных условиях
0	нецветущие в данных условиях
Обилие цветения. Оценку обилия цветения в баллах, а в дальнейшем - образования завязей и ожидаемого урожая делают в период массового протекания этих фаз по общепринятой шкале	
0	цветы, завязи, шишки и плоды отсутствуют
1	цветы, завязи, шишки и плоды в небольшом количестве имеются на отдельных кустах и деревьях
2	цветы, завязи, шишки и плоды в небольшом количестве имеются у многих кустов и деревьев
3	цветы, завязи, шишки и плоды в достаточном количестве имеются у многих кустов и деревьев
4	цветы, завязи, шишки и плоды имеются у большей части кустов и деревьев
5	цветы, завязи, шишки и плоды в обильном количестве имеются у большей части кустов и деревьев
Окраска и величина цветков в некоторых случаях является решающей декоративной деталью, особенно это относится к цветущим кустарникам (Булыгин, 1979)	
0	цветков в данных условиях нет
1	цветки практически незаметны, ослабленные или пониклые
2	цветки или соцветия мелкие (до 2 см), невзрачные
3	цветки или соцветия небольшие (2-5 см), окраска тусклая
4	цветки или соцветия крупные (5-10 см), окраска привлекательная;
5	цветки или соцветия весьма крупные (10 см и более), окраска заметно выражена, весьма привлекательна, не изменяется под действием солнечных лучей с момента

Привлекательность внешнего вида плодов и длительность удержания их на ветвях оцениваются по сочетанию формы, характеру поверхности плодов и пр. (Колесников, 1974)	
1	плоды очень мелкие и некрасивые, окраска нехарактерная для вида, сильно повреждены вредителями и болезнями
2	плоды некрасивые, мелкие, форма неприглядная, повреждены болезнями и
3	плоды удовлетворительного вида, имеются повреждения болезнями и
4	красивые плоды, допускаются незначительные повреждения вредителями, не
5	баллов - плоды очень красивые без повреждений и болезней, размеры от средних до крупных, мелкие плоды встречаются редко, форма правильная, поверхность гладкая без сильной ребристости с красивой покровной тканью, плоды несколько месяцев удерживаются на ветвях
Цветовая гамма осенней окраски листьев. Богатство оттенков, наблюдаемое в осенней листве различных видов древесных растений, представляет собой ценный ресурс для ландшафтного дизайна, способный придать уникальный характер городским территориям. Использование этого фактора позволяет формировать визуально привлекательные и эстетически разнообразные зеленые насаждения. Яркость осенней окраски листьев древесных пород и продолжительность сохранения её в значительной мере зависят от условий осенней погоды, возраста и видовых особенностей (Якушина, 1975; Молотков, 1962) Дифференциация на баллы зависит от разнообразия осенней окраски, яркости и продолжительности её сохранения	
1 -2	с поздно распускающимися и рано опадающими листьями
3	с рано распускающимися и рано опадающими, а также с поздно
4	растения с рано распускающимися и поздно опадающими листьями
5	вечнозелёное растение
Повреждённость растений включает в себя наличие или отсутствие дупел, сухостершинности, усыхание больших скелетных сучьев и механических повреждений, наличие или отсутствие повреждений вредителями или болезнями, повреждённость растений относится и к внешнему облику дендрофлоры	
0	сухостой прошлого года
1	сухостой текущего года
2	усыхающие
3	сильно ослабленные
4	ослабленные
5	здоровые
Зимостойкость видов неизбежно влияет на внешний вид растений и оценивается по шкале Главного ботанического сада Академии наук (ГБС АН) (Искусственное лесовосстановление, 1992).	
0	растение вымерзает целиком
1	обмерзает вся надземная часть
2	обмерзает надземная часть до снегового покрова
3	обмерзает от 50 до 100 % длины однолетних побегов обмерзают не только
4	обмерзает не более 50 % длины однолетних побегов
5	растения не обмерзают

Таблица 2.10 - Интенсивность негативных факторов, определяющая типы градорастительных условий

Плотность факторов, баллы / Статус экологического состояния			
I - Удовлетворительное	II - Напряженное	III - Конфликтное	IV - Критическое
0 - 50	51 - 100	101 - 150	151 – и более

В соответствии с методикой выделяется четыре типа условий произрастания растений: *удовлетворительный*, *напряженный*, *конфликтный*, *критический*. В окрестностях Красноярска также были проведены исследования, где влияние неблагоприятных факторов на растительность сведено практически к минимуму, условия для роста рассматриваются как "*контрольные*". Основные критерии, определяющие тип условий произрастания древесных растений:

- *удовлетворительный - контроль* – территории в основном расположены в пригородной зоне города; сочетание ветровых и орографических условий - насаждения находятся выше по рельефу относительно промышленных предприятий и автодорог; автотранспортные условия - плотность транспортного потока составляет не более 3000 автомобилей в сутки; градостроительные – не противоречат нормативным документам; рекреационные – практически отсутствуют;

- *удовлетворительный* тип условий произрастания растений – охватывает территории с фоновыми значениями загрязняющих веществ близких к ПДК, сочетание ветровых и орографических условий - насаждения размещены выше по рельефу относительно промышленных. предприятий и автодорог; автотранспортные - плотность транспортного потока составляет до 15 000 автомобилей в сутки; градостроительные – не противоречат нормативным документам; рекреационные – в пределах нормативных значений, и др.;

- *напряженный* – территории с умеренным загрязнением атмосферного воздуха, сочетание ветровых и орографических условий - размещение насаждений ниже по рельефу относительно автодорог; автотранспортные условия - плотность транспортного потока от 15 000 до 45 000 автомобилей в сутки; градостроительные – некоторые нарушения градостроительных норм: размещения растений вдоль дорог и тротуаров,

размещение элементов благоустройства – (киоски, павильоны) ближе 5 м от растений; рекреационные - наличие непредусмотренной дорожно-тропиночной сети, превышение максимальной плотности посещений объектов озеленения в пересчете на 1 га до 20% (городские леса – 5 чел./га; лесопарки – 10; парки 100, сады – 200; скверы, бульвары – 300;

- *конфликтный* – территории, расположенные вблизи автодорог с интенсивным движением автотранспорта (от 45 000 до 60 000 автомобилей в сутки); сочетание ветровых и орографических условий - размещение объектов озеленения ниже по рельефу относительно промышленных предприятий и автотрасс; техногенные – на территориях отмечается сильное загрязнение почв, водоемов, вибрационные воздействия; значительно нарушены нормативные градостроительные показатели; рекреационные - превышение максимальной плотности посещений объектов озеленения в пересчете на 1 га от 20 до 40%, сеть стихийно проложенных дорог и тропинок;

- *критический* – критическими факторами являются: расположение участков вблизи производственных комплексов или автомагистралей с интенсивным потоком машин (свыше 60 тысяч единиц в день); особое сочетание ветрового режима и рельефа местности – нахождение зеленых зон в низинах относительно промышленных объектов и дорог, присутствие деградировавших природных ландшафтов (балки, обрывы); нарушение градостроительных положений – существенные отступления от норм и правил, регулирующих размещение зеленых насаждений в городской среде, преобладание непроницаемых покрытий в непосредственной близости от растений, например, асфальтового покрытия. Также к критическим факторам относится значительное несоблюдение технологических инструкций по уходу за зелеными насаждениями; рекреационное воздействие, выражающееся в прямом влиянии людей на растения: повреждение, обрывание цветов и плодов; наличие неучтенных пешеходных путей, превышение допустимой плотности посетителей на гектар более чем на 30%.

Совокупность взаимозависимых факторов природно-климатического,

ценотического, градостроительного и техногенного характера обуславливает специфические условия произрастания растительности в урбанизированной среде. Анализ существующих проблем и оценка сложившейся ситуации являются необходимыми предпосылками для разработки научно обоснованных рекомендаций по оптимизации организации отдельных растительных насаждений и системы озеленения в целом, обеспечивающей ее функциональность в соответствии с доминирующими условиями городской среды.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Разнообразие ландшафтов города Красноярска. Регион исследования характеризуется выраженным разнообразием геоморфологических структур. Город Красноярск и прилегающие к нему территории располагаются на границе трех крупных геоморфологических областей: Западно-Сибирской равнины, Среднесибирского плоскогорья и Алтае-Саянской горной системы [Кириллов, 1977]. Северо-западная территория Красноярска дислоцирована в границах Красноярской лесостепной предгорной равнины, которая, согласно геоморфологическому районированию [Исаченко, 1965], представляет собой переходную зону между Западно-Сибирской равниной и Саянскими предгорьями. Данная территория характеризуется сочетанием равнинного рельефа, типичного для Западно-Сибирской низменности, и начальными формами орогенеза, связанными с поднятием Восточного Саяна [Ермолаев, 1979].

Географическое положение определяет уникальные ландшафтные особенности этой части города, включающие чередование лесостепных участков и низкогорных массивов. Красноярская лесостепная предгорная равнина, таким образом, является ключевым элементом физико-географического каркаса северо-запада Красноярска [Филиппов, 2000]. Восточная граница этого района проходит вдоль долины реки Енисей, где выделяются девять террас, различающихся по степени сохранности, на которых преимущественно и расположен город.

Влияние умеренного климатического пояса с отчетливой континентальностью предопределяет климатические условия Красноярска и прилегающих территорий. Данный фактор является следствием географического положения города в центральной части Азиатского континента, а также значительной удаленности от крупных водных объектов, таких как моря и океаны [Климат, 1980]. Растительность региона представлена тремя зонально-поясными экосистемами.

Лесостепные экосистемы приурочены к нижним высотным уровням и охватывают значительную часть всхолмленной равнины.

Зональные лесостепные экосистемы формируются за счет чередования луговых и степных биотопов с небольшими лесными массивами, представленными березой и сосной. Значительная часть степных территорий подверглась антропогенной трансформации в результате сельскохозяйственной деятельности. Ограниченные участки степей встречаются на крутых склонах долин Енисея, Качи и Есауловки, состоящие из степных видов трав и кустарников.

Сосновые и вторичные березовые и осиновые формации доминируют в подтаежных лесных экосистемах, которые характеризуются переходными чертами между таежными и широколиственными лесами, отражая градиент климатических и почвенных условий. Формирование вторичных березовых и осиновых лесов часто связано с антропогенным воздействием или природными нарушениями, такими как пожары. Географическое распределение подтаежных лесов определяется сочетанием факторов, включая высоту над уровнем моря, экспозицию склонов и водный режим. Подтаежные леса характеризуются высокой продуктивностью, однако их площади значительно сократились из-за вырубок, создания искусственных насаждений и хозяйственного освоения. Это привело к тому, что подвергшиеся сильному антропогенному воздействию подтаежные и таежные территории, прилегающие к железной дороге, приобрели облик, близкий к лесостепному.

В речных долинах таежных биогеоценозов преобладающей древесной породой является ель. В отличие от них, для подтаежных и лесостепных зон типично совместное произрастание ели и березы в окрестностях небольших рек. Расположение Красноярска на границе трех физико-географических регионов обуславливает переходный характер зональных ландшафтных подразделений [Кириллов, 1977].

Анализ дендроклиматических данных и ландшафтных характеристик свидетельствует о высокой гетерогенности исследуемой территории. Учет

ландшафтных особенностей является необходимым условием для оптимизации озеленения городской среды и создания устойчивых насаждений в пригородной зоне. Видовой состав растений, используемых для озеленения Красноярска, определяется его положением на стыке ландшафтных зон, охватывающих диапазон от тайги до засушливых степей, с существенными различиями в температурном и влажностном режимах. Проведен анализ кустарникового яруса в каждой ландшафтной зоне, расположенной в окрестностях Красноярска.

В городской зоне (фанпарка «Бобровый лог», Свердловский район) простирается пейзаж темнохвойной тайги Куйсумского горного массива. Кустарниковый ярус в данной зоне представлен главным образом *Sorbus aucuparia* L. и *Swida alba*. Горная светлохвойная тайга, представленная на Торгашинском хребте (восточная часть Свердловского района), характеризуется преобладанием *Rosa acicularis*, *Padus avium*, *Sorbus sibirica*, *Swida alba* и *Rubus idaeus*. На равнинных террасах Енисея и холмисто-увалистых водоразделах располагается ландшафт подтайги (районы Ветлужанка, Удачный, Академгородок, Студгородок, СФУ, экопарк Гремячая грива, Плодово-ягодная станция), где доминируют *Spiraea chamaedryfolia*, *Rubus idaeus*, *Lonicera tatarica*, *Ribes atropurpureum*, *Rosa acicularis*, *Padus avium*, *Swida alba*, *Salix dasyclados* и *Cotoneaster melanocarpus*.

Лесостепная предгорная равнина (северо-западная часть пригородной зоны города) характеризуется достаточным увлажнением и включает ландшафты северной и южной лесостепи (районы: Верхняя Базаиха, Академгородок, Студгородок, СФУ, мкр. Солнечный, Больница скорой неотложной помощи, мкр. Ветлужанка, «Ремьячая грива»). Кустарники: *Spiraea hypericifolia*, *Rosa acicularis*, *Caragana arborescens*, *Crataegus sanguinea*, *Cornus alba*, *Viburnum opulus*, *Sambucus racemosa*, *Malus baccata* и *Ribes nigrum*.

Степные ландшафты (долина реки Енисей, берега рек Качи и Бугача, склоны южной экспозиции) характеризуются недостаточным увлажнением [Кириллов, 1977]. Кустарниковый ярус представлен *Cotoneaster melanocarpus*, *Spiraea media*, *Caragana arborescens* и *Berberis vulgaris*.

Таким образом, при проектировании объектов озеленения необходимо учитывать соответствие природно-климатических характеристик и экологических свойств растений, их средозащитные и декоративные особенности, требования (правила) по созданию и эксплуатации насаждений, объемно-пространственные параметры развития растений с учетом ландшафтных зон и техногенных нагрузок городской среды.

Климатические условия города Красноярска. Красноярск характеризуется континентальным климатом с существенными колебаниями температур в течение года. Расположенный в южной части Красноярского края, город подвержен влиянию резко континентальных воздушных масс. Суточные колебания температуры, особенно в летний период, могут достигать 15-20 градусов Цельсия, что является следствием континентальности климата [Климат, 1980].

Среднегодовая температура воздуха $+1,2$ °С. Самый теплый месяц – июль, со средней температурой $+18,7$ °С; самый холодный – январь $-16,0$ °С. Экстремальные значения температур, зарегистрированные в Красноярске, достигают $+36,4$ °С (21 июля 2002 года) и $-52,8$ °С (8 января 1931 года). Абсолютный максимум, зафиксированный 15 августа 1901 года, составил $+40,1$ °С [Воейков, 1884].

Последний случай экстремально низкой температуры в текущем десятилетии был зафиксирован в 2001 году ($-43,4$ °С, 8 января 2001 года). В том же году были зарегистрированы абсолютные минимумы для февраля ($-41,6$ °С) и мая ($-11,2$ °С). Резкая континентальность климата обуславливает то, что абсолютный месячный минимум температуры в ноябре ($-42,3$ °С) несколько ниже, чем в феврале ($-41,6$ °С). При этом абсолютный максимум температуры в апреле ($+31,4$ °С) незначительно превышает максимум в сентябре ($+31,3$ °С). Большое количество солнечных дней в году смягчает зимние морозы и усиливает ощущаемую температуру летом. В городе и его спутниках температура часто достигает -25 – -30 °С и ниже зимой, а также $+30$ – $+35$ °С в летнее время [Климат, 1985].

Преобладающее направление ветра, определяемое данными метеорологической станции Красноярска (Опытное поле), характеризуется как юго-западное. Эта тенденция наблюдается на трех городских постах мониторинга, расположенных на улицах Кутузова, Матросова и 26 Бакинских Комиссаров. В то же время, на участках, находящихся на улицах Чайковского и Быковского, доминирует северо-западный ветер. Пост №21, расположенный на улице Красномоосковской, фиксирует северо-восточное направление ветра, которое является противоположным по отношению к основному юго-западному потоку (Рисунок 3.1).

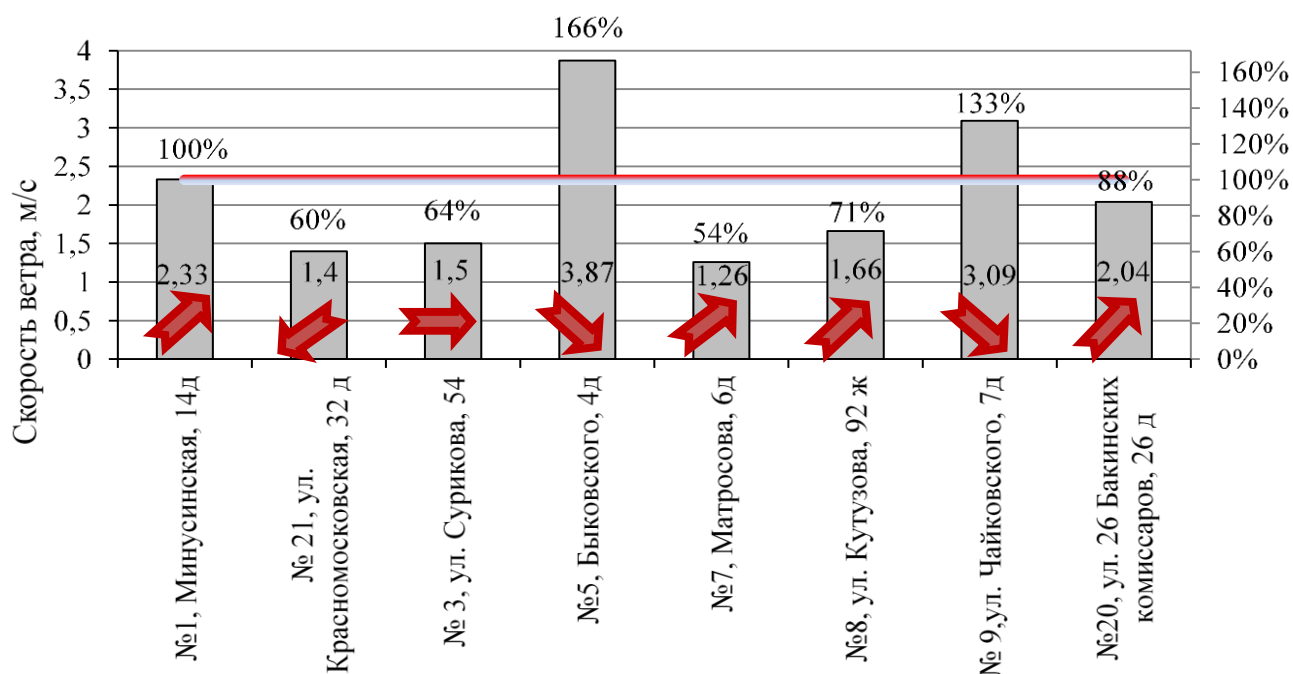


Рисунок 3.1 - Среднегодовые скорости и господствующие направления ветров по данным стационарных постов наблюдения

Анализ собранной информации демонстрирует, что архитектурная застройка, элементы благоустройства и зеленые насаждения оказывают влияние на скорость воздушных потоков. Отмечается как увеличение скорости ветра до 70% в районе улицы Быковского, так и ее снижение на 60% в районах улиц Матросова и Красномоосковской. Согласно исследованиям Авдеевой (2007), оценка ветрового режима жилой застройки должна учитывать два аспекта:

влияние ветра на биоклиматический комфорт населения и его роль в рассеивании атмосферных примесей.

В зависимости от скорости ветра, территория Красноярска может быть разделена на три зоны: застойные (менее 1 м/с, затрудненный воздухообмен и накопление загрязняющих веществ [Климат..., 1982]), комфортные (от 1 до 3 м/с, обеспечивающие циркуляцию воздуха без создания дискомфорта для пешеходов; данный режим преобладает на большинстве стационарных постов [Климат..., 1982]) и допустимые (от 3 до 5 м/с, приближающиеся к критическим, но все еще приемлемые для пешеходов). В районе улицы Быковского наблюдаются ветровые условия (3,87 м/с), несколько превышающие комфортный предел [Климат..., 1982].

В городе Красноярске, помимо периодов слабого ветра, фиксируются и значительные скорости ветровых потоков, особенно в месяцы, характеризующиеся усиленной циклонической активностью, такие как апрель, май, октябрь и ноябрь. Продолжительные циклонические явления характеризуются возрастанием градиента скорости воздушных масс, с эпизодическими пиковыми значениями, достигающими 30 м/с. Интенсивные ветровые нагрузки (≥ 15 м/с) регистрируются на протяжении всего календарного года и могут наблюдаться в течение периода, суммарно достигающего 30 суток [Климат, 1985]. Шквалы, характеризующиеся усилением ветра свыше 36 м/с, часто сопровождаются грозвыми явлениями. В результате воздействия ветровых нагрузок в Красноярске ежегодно фиксируются повреждения древесных насаждений, такие как облом ветвей и ветровал, что создает риски для населения и негативно влияет на эстетический вид городских территорий. Согласно исследованиям, в области лесоведения [Луганский, 2010], критическая скорость ветра для лесных массивов составляет 25-27 м/с, превышение которой приводит к ветровалу и ветролому.

Указанные условия требуют учета при проектировании и создании городских зеленых насаждений, поскольку искусственные посадки по своим характеристикам (пространственная структура, видовой состав) не всегда

соответствуют природным лесным экосистемам, обладающим устойчивостью к ветровым нагрузкам. Для снижения скорости ветра рекомендуется использовать ветрозащитные экраны, такие как древесно-кустарниковые полосы или здания, ориентированные фасадом в направлении преобладающего ветра (Георгиевский, 2008).

Наряду с годовой динамикой скорости ветра, в городской среде также проявляется суточный ход, характеризующийся максимальными значениями в дневное время и минимальными – в утренние и ночные часы (рисунок 3.2).

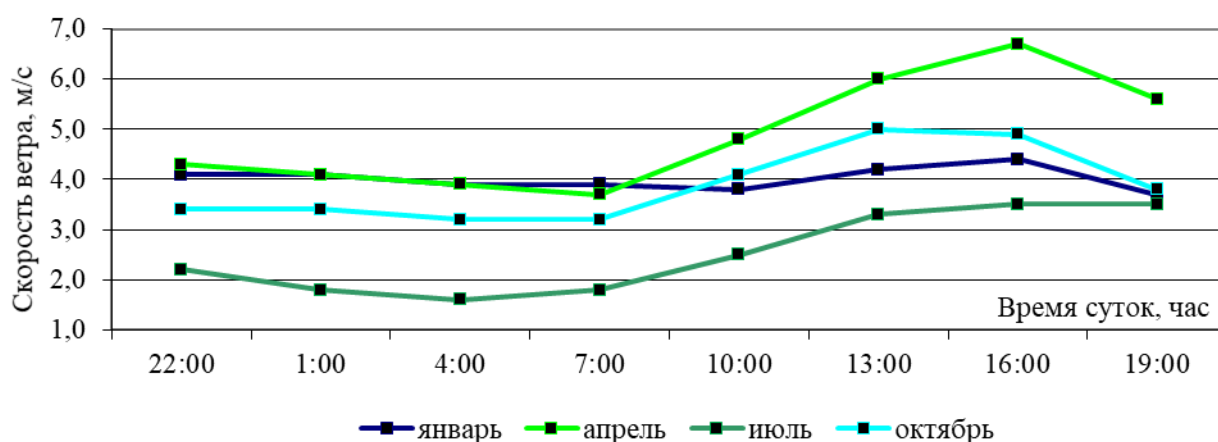


Рисунок 3.2 - Суточный ход скорости ветра в городе Красноярске

В Красноярске взаимодействие суточной динамики ветра и антропогенной нагрузки создает специфические условия: минимальные скорости ветра в утренние часы совпадают с пиковым трафиком, что способствует накоплению загрязняющих веществ вблизи автомагистралей. К 15:00-18:00 происходит усиление ветровых потоков, обеспечивающее рассеивание выбросов от вечернего пика автомобильного движения.

Таким образом, в городской среде Красноярска формируется уникальный микроклимат, характеризующийся особым радиационным, тепловым и аэрационным режимом. Климатические параметры города существенно отличаются как от окружающей местности, так и внутри городской территории. Эти различия обусловлены неоднородностью рельефа, плотностью застройки, высотностью зданий, расстояниями между ними, шириной улиц и площадей, а

также характеристиками озелененных зон (Oke, 1987). Разница температур между пригородной метеостанцией и городской застройкой может достигать 4 °С и зависит от плотности зданий. Наиболее динамичным параметром является ветровой режим, подверженный изменениям как по скорости, так и по направлению.

Анализ планировочной структуры Красноярска выявил наличие аэродинамических коридоров, обеспечивающих проветривание правобережной части города. К ним относятся улицы Свердловская, проспект им. Газеты Красноярский Рабочий и ул. 60 лет Октября. При западном и юго-западном ветре происходит приток свежего воздуха с территории природного парка "Столбы", березовой рощи и пригородных территорий, что благоприятно сказывается на аэрации городской застройки [Arnfield, 2003]. Интеграция ландшафтных методов при реконструкции городских территорий может улучшить условия проживания населения.

Настоящее научное исследование обусловлено неполнотой знаний о возможностях применения кустарниковых культур в целях оптимизации экологической обстановки урбанизированных территорий. Формирование эстетически привлекательных и устойчивых фитоценозов в городских рекреационных зонах, а также повышение экологической результативности объектов ландшафтной архитектуры, в особенности в крупных промышленных центрах, таких как Красноярск, требует использования высококачественного посадочного материала, обладающего адаптивностью к местным климатическим условиям и антропогенным факторам.

Недостаточное разнообразие видов и дефицит кустарниковых насаждений в городской среде приводит к формированию неполноценной структуры озеленения, лишенной существенного кустарникового яруса. Ограниченное использование кустарников в городском озеленении, в совокупности с недостаточной изученностью особенностей их онтогенеза в городских условиях, препятствует эффективному внедрению данных растений на объекты озеленения [Авдеева, 2007, 2013, 2023, 2024].

Оценка техногенной нагрузки на объекты озеленения осуществлялась посредством интегрального показателя, формируемого на основе анализа экологических факторов, оказывающих влияние на состояние фитосреды.

Комплексный подход к определению качества фитосреды на ограниченных территориях основывается на принципах ландшафтной и градостроительной экологии. Данная методология использует ряд показателей и критериев, позволяющих проводить оценку качества объектов озеленения в различных условиях урбанизированной среды. Результатом применения данной методологии является получение интегральной оценки состояния фитосреды, отражающей степень ее благоприятности для существования и развития растительности, а также потенциальную устойчивость к антропогенному воздействию.

Графики интегральной оценки дают возможность оценить относительный вклад различных групп факторов (ландшафтных, техногенных, автотранспортных, градостроительных, рекреационных) в формирование условий произрастания растений, а также классифицировать объекты исследования в соответствии с уровнем воздействия урбанизированной среды. Экологическая обстановка города, как общая, так и в конкретных зонах, определяется суммарным влиянием промышленных предприятий и автотранспорта, выделяющих загрязняющие вещества, а также соединений, образующихся в результате реакций этих выбросов. [Авдеева, 2007, 2023, 2024]. Экологическое состояние территории г. Красноярска, согласно схеме районирования, разработанной Госцентром "Природа", рассматривается в качестве экологического фона города (рисунок 3.3).

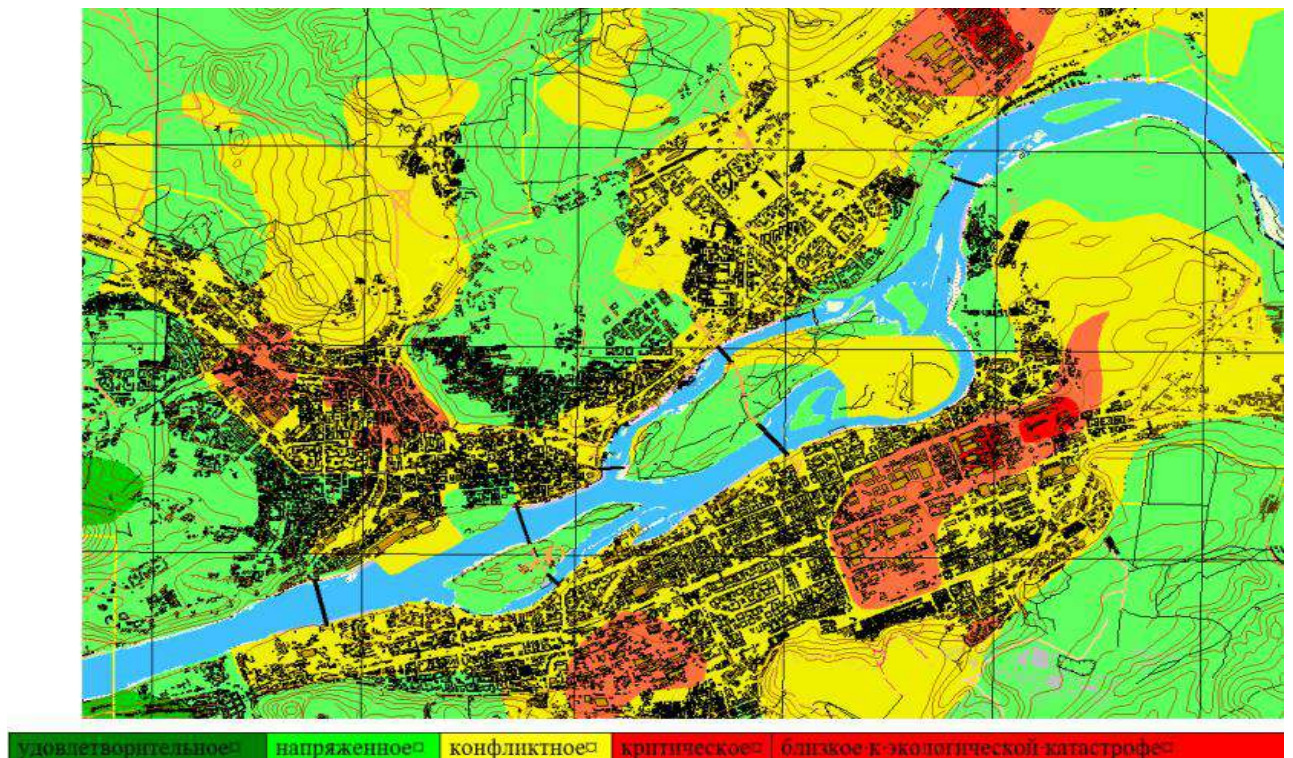


Рисунок 3.3 - Схема экологического районирования окружающей среды города Красноярск

Формирование зон с повышенным или пониженным уровнем загрязнения окружающей среды обусловлено комплексом обстоятельств, детерминированных географическим положением, степенью выраженности, моментом возникновения и продолжительностью негативных факторов. Следовательно, при планировании объектов ландшафтной архитектуры и подборе агротехнических приемов необходимо принимать во внимание специфические условия произрастания растений на конкретной территории.

Разработанная система оценки, базирующаяся на балльной шкале, позволила создать градации, отражающие интенсивность негативного влияния экологических факторов на процессы роста и развития растительных организмов. Опираясь на исходную оценку фонового состояния окружающей среды в г. Красноярске, а также учитывая результаты натурных исследований объектов озеленения и анализ динамики техногенного загрязнения, выделено четыре градации экологического воздействия на условия произрастания растений.

Общая сумма баллов служит индикатором уровня антропогенной нагрузки,

отражая плотность негативных факторов, влияющих на рост древесных растений, и, как следствие, определяет тип условий произрастания. Наивысшие значения шкалы плотности, соответствующие территориям с максимальными выбросами и концентрациями загрязняющих веществ, источниками которых являются промышленные предприятия и автотранспорт, отнесены к критическому типу фитосреды. Данные территории характеризуются сильным нарушением природной среды и оказывают негативное воздействие на здоровье населения, а также на процессы роста и развития древесных растений [Авдеева, 2007].

Оценка условий роста растений подразделяется на четыре категории: I – благоприятная – удовлетворительный тип условий произрастания (общий балл не превышает 50), II – умеренно неблагоприятная - напряженный (от 51 до 100 баллов), III – неблагоприятная - конфликтный (от 101 до 150 баллов) и IV – крайне неблагоприятная - критический (151 балл и более) [Кухар, 2023]. Данная классификация позволяет оценить степень благоприятности среды для растительности и выработать соответствующие меры по улучшению экологической обстановки.

Расчетные данные для интегральной оценки состояния фитосреды на объектах озеленения представлены в Приложении А. Результаты интегральной оценки состояния фитосреды на локальном уровне для исследуемых объектов озеленения, расположенных в различных административных районах города представлены, на рисунок 3.3.

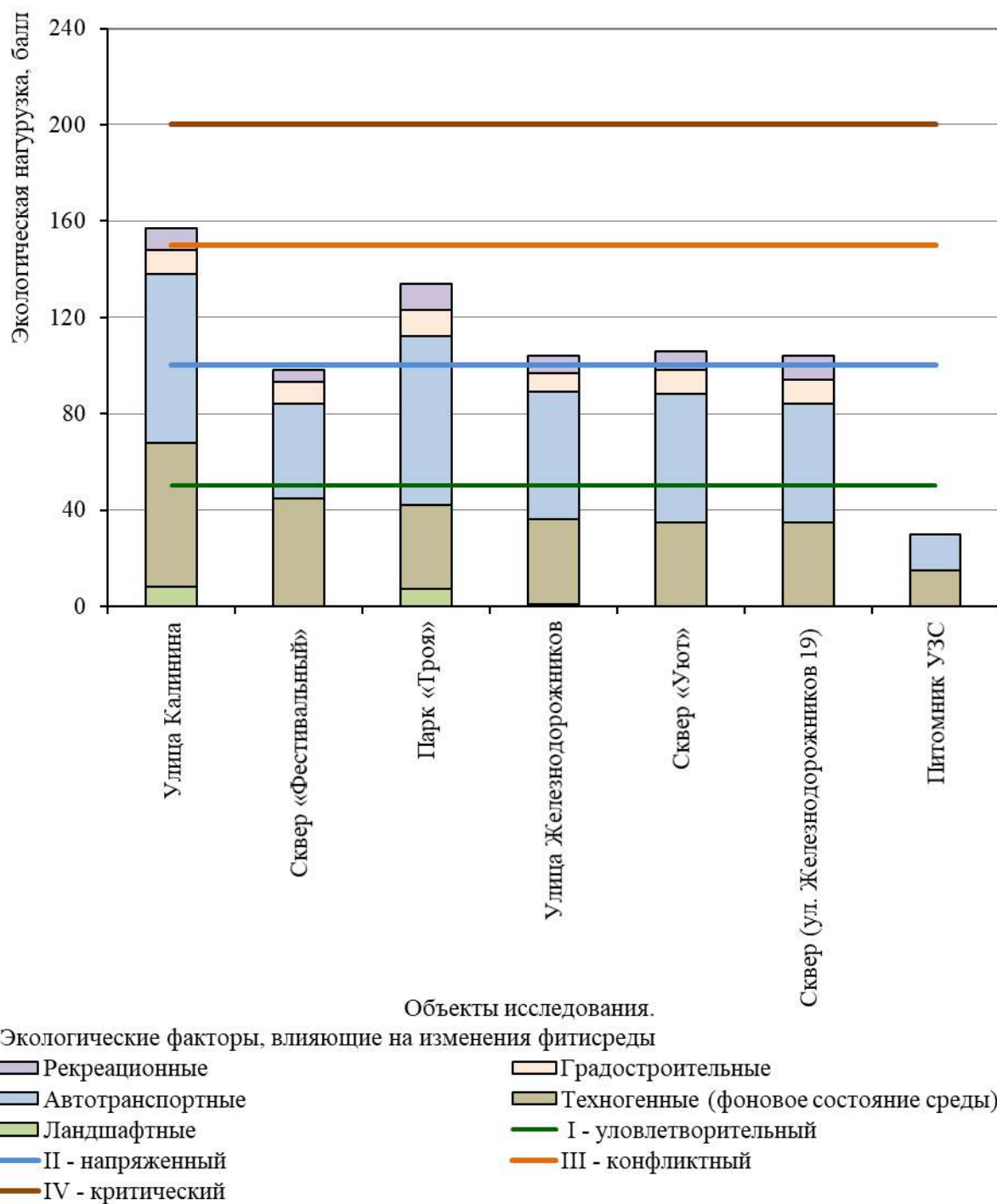
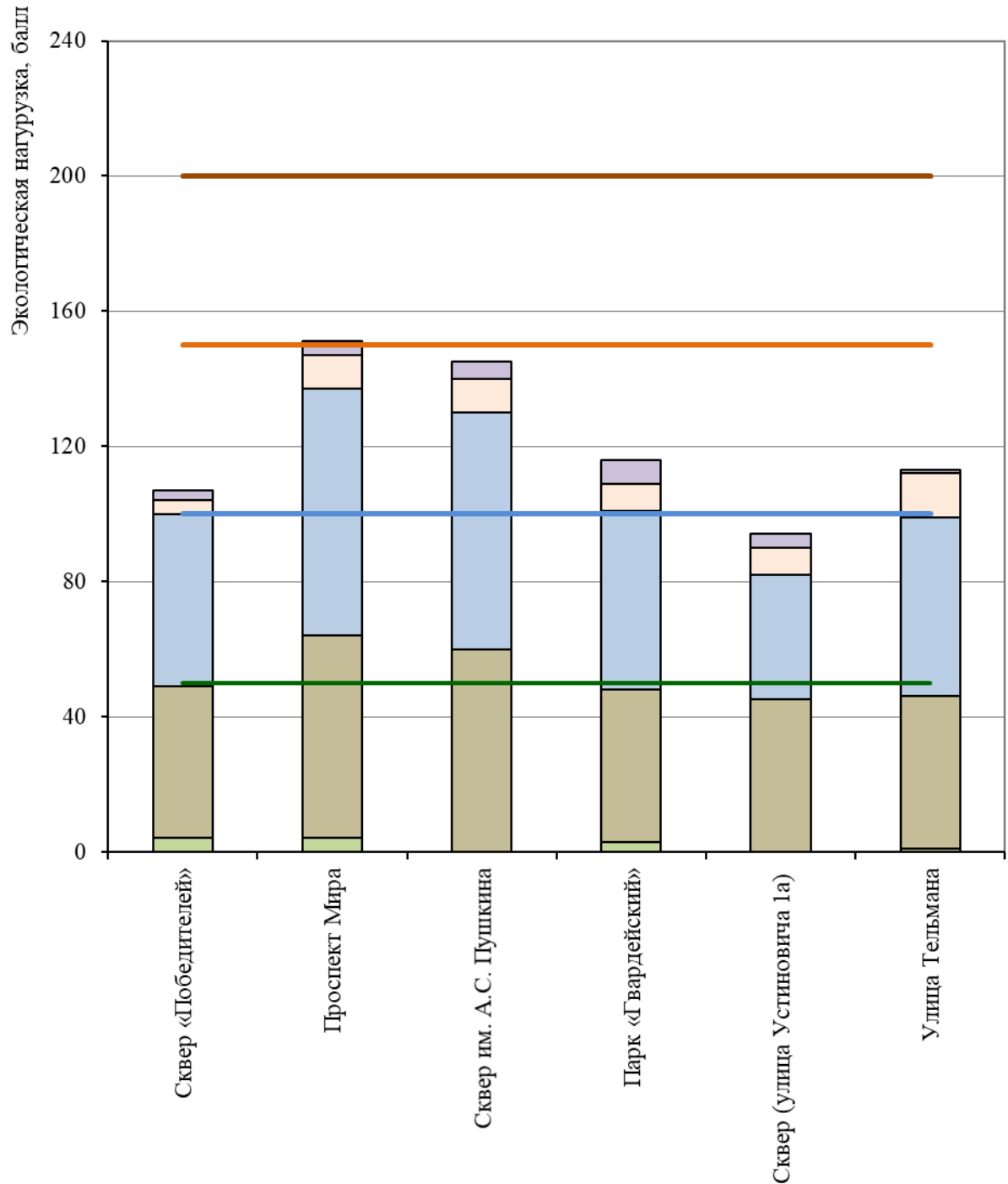


Рисунок 3.4 – Интегральная оценка состояния фитосреды: административные районы города – Октябрьский, Железнодорожный



Объекты исследования.

Экологические факторы, влияющие на изменения фитосреды

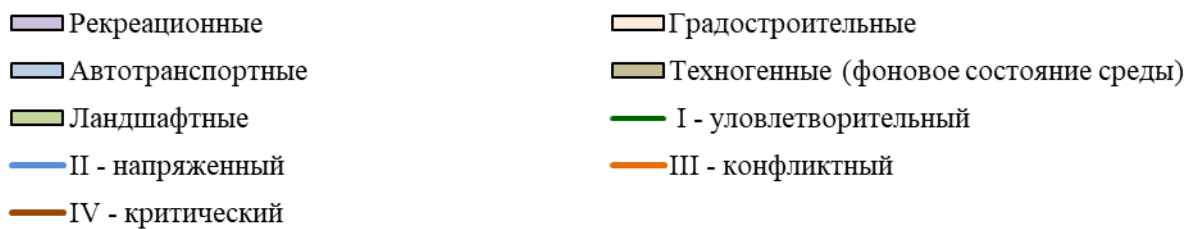


Рисунок 3.5 – Интегральная оценка состояния фитосреды: административные районы города – Центральный, Советский

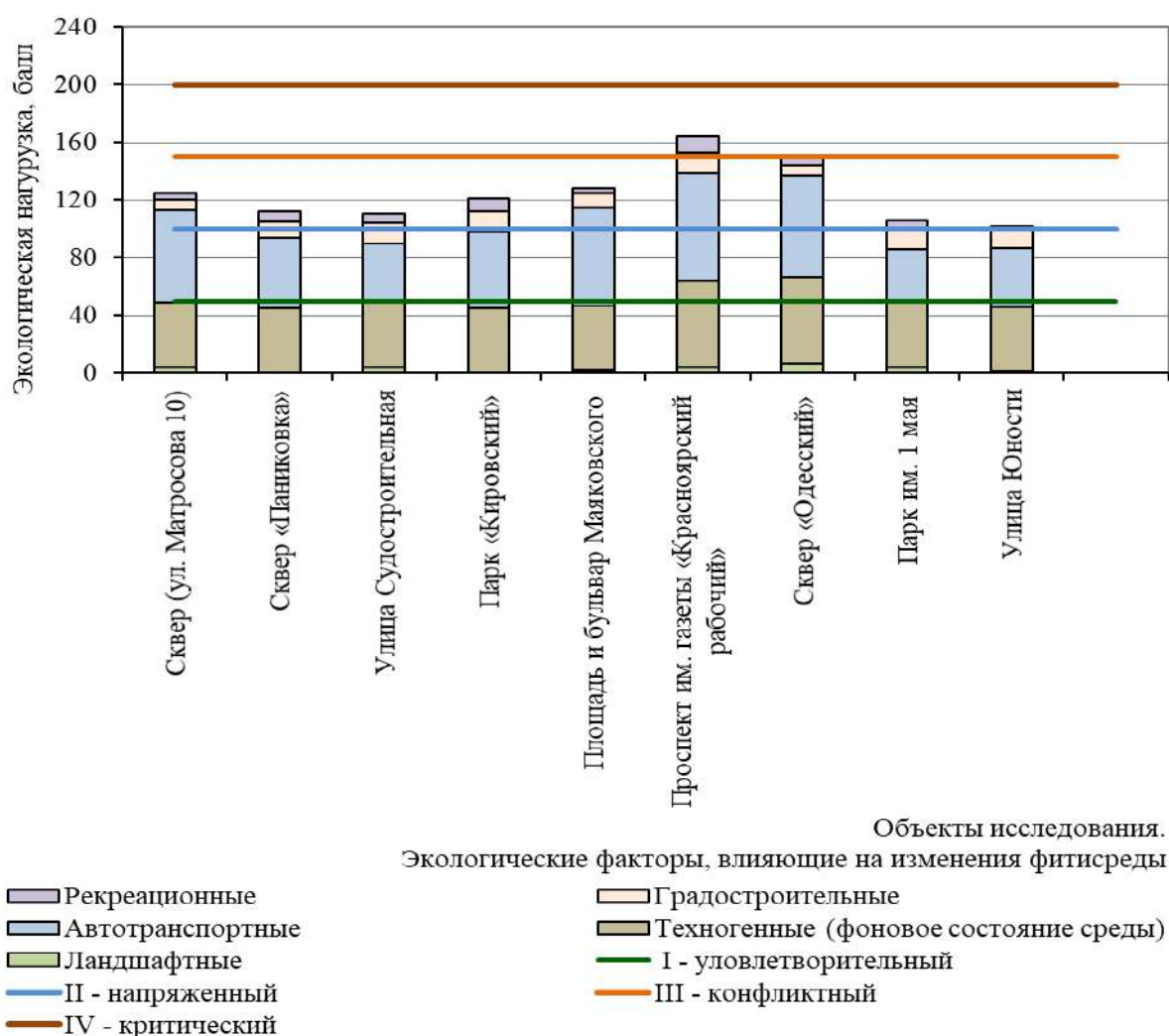


Рисунок 3.6 – Интегральная оценка состояния фитосреды: административные районы города – Свердловский, Кировский, Ленинский

Анализ состояния объектов озеленения выявил, что наиболее неблагоприятные условия произрастания, определяемые как «напряженные», зафиксированы на двух территориях: сквер «Фестивальный» и сквер по улице Устиновича. Объекты с «конфликтными» и «критическими» условиями составляют 15 и 4 единицы соответственно. К территориям, с крайне неблагоприятными - «критическими» условиями произрастания, отнесены по улице Калинина, проспекты Мира и имени газеты «Красноярский рабочий», а также сквер «Одесский». Данные участки расположены в примагистральных зонах, подверженных интенсивному транспортному потоку и образованию заторов, что негативно сказывается на состоянии зеленых насаждений.

Удовлетворительные условия произрастания древесных растений наблюдаются на объектах, расположенных вблизи улиц с умеренной

транспортной нагрузкой или окруженных многоэтажной застройкой, обеспечивающей относительную защиту от негативного воздействия автотранспорта. Для данных территорий характерна низкая интенсивность движения и удаленность от основных автомагистралей, что способствует сохранению благоприятной экологической обстановки для зеленых насаждений.

Группировка объектов по типам условий произрастания положена в основу дальнейших исследований.

Выводы по главе

1. Анализ состояния объектов озеленения выявил неоднородность условий произрастания. В частности, на двух объектах зафиксированы "напряженные" условия, на пятнадцати – "конфликтные", а на четырех – "критические". Насаждения, демонстрирующие "удовлетворительное" состояние развития древесных пород, зачастую локализуются в непосредственной близости от улиц с невысокой интенсивностью движения транспортных средств или в районах, характеризующихся преобладанием многоэтажных жилых зданий. Условия произрастания растений, испытывающих умеренный уровень антропогенной нагрузки, позволяют поддерживать их жизнеспособность, но могут ограничивать оптимальный рост и развитие

Для данных территорий характерны низкая интенсивность движения автотранспорта и значительная удаленность от крупных автомагистралей. "Критические" условия произрастания свойственны озелененным участкам вдоль улиц и проспектов, особенно в примагистральных зонах, характеризующихся образованием транспортных заторов, на перекрестках и вблизи основных автомагистралей. Подобные условия негативно сказываются на физиологическом состоянии растений и снижают их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды

2. Группировка объектов по типам условий произрастания положена в основу дальнейших исследований.

4 ИНВЕНТАРИЗАЦИОННАЯ ОЦЕНКА НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

4.1 Экологическая паспортизация городских объектов озеленения

Центральным аспектом администрирования любой системы, в частности, городской системы озеленения, выступает доступность и достоверность информации о её элементах. Недостаток актуальных и всесторонних сведений о состоянии окружающей среды может спровоцировать масштабное ухудшение состояния и потерю эстетической привлекательности зелёных насаждений [Авдеева, Черникова, 2021].

Своевременный сбор информации о неблагоприятных агентах и их влиянии на растительность обеспечивает возможность ранней идентификации и ограничения зон распространения вредных организмов и болезней. Это также позволяет предпринять действия для поддержания резистентности насаждений на начальной стадии их деградации. Данный подход способствует оптимизации стратегий защиты растений и повышению эффективности мер по сохранению здоровья экосистем.

Городские зелёные насаждения выполняют двойную, равнозначно важную функцию: во-первых, они являются самостоятельным и значимым объектом мониторинга и контроля; во-вторых, служат индикатором состояния окружающей среды, отражая её качество и соответствие условиям обеспечения жизнедеятельности города [Информационно-аналитическая система..., 2015].

В основе системы мониторинга городских зелёных насаждений лежит интеграция биологических и технических методологий сбора данных. Данный процесс подразумевает применение методов выборочного исследования и специализированной системы обработки, анализа и хранения информации, основанной на тематических и картографических базах данных. Такой подход позволяет эффективно отслеживать состояние растительности в городской среде, опираясь на научные данные и современные технологии. Эта система

предполагает иерархически взаимосвязанные показатели, адекватно отражающие наблюдаемую экологическую обстановку в городской среде.

Обоснованный выбор количества наблюдаемых элементов, таких как постоянные наблюдательные площадки (ПНП) или объекты озеленения, и их пространственное распределение в городской среде, представляет собой ключевой компонент организации мониторинга [Методические рекомендации..., 2018]. Целью выбора наблюдательных площадок является обеспечение репрезентативности выборки, охватывающей максимальное разнообразие условий на рассматриваемых объектах. Выбор ПНП основывается на принципах пространственного охвата всех городских зон (центральных, промежуточных и периферийных районов); учета всех категорий озелененных территорий (общего, ограниченного и специального назначения); и вариативности расположения площадок относительно транспортных артерий.

С целью формирования экологического паспорта территории, занятой зелеными насаждениями, были осуществлены натурные изыскания с использованием стандартизированных и специально разработанных процедур, в рамках которых применялись оценочные листы и нормативно-справочные материалы (Авдеева, 2024). Экологический паспорт объекта озеленения представляет собой комплексный документ, включающий в себя картографическую схему местности, сведения о структуре землепользования, статистические данные по количеству и видовому составу растений, оценку физиологического состояния растительного покрова и инфраструктуры (например, дорожно-тропиночной сети). Кроме того, в паспорт вносятся данные об интенсивности использования территории в рекреационных целях и результаты математического моделирования уровня загрязнения атмосферного воздуха и акустического воздействия от близлежащих транспортных артерий.

На основе собранных данных заполняются ведомости, которые подвергаются аналитической обработке. Анализ полевых материалов позволяет сформировать экологический паспорт объекта городского озеленения. Проведен сбор информации и ее графоаналитическая обработка, сформированы

экологические паспорта объектов исследования (Приложение Б). В качестве примера приведен фрагмент экологического паспорта сквера «Победителей», являющегося объектом озеленения общего пользования в городе Красноярске (рисунок 4.1 – 4.3).

Отделение питомника МП «Управление зеленого строительства» кустарниковых пород для озеленения населенных мест красноярского края.

Для благоустройства городских территорий ключевым поставщиком саженцев выступают специализированные хозяйства, занимающиеся выращиванием декоративных растений. Этика ландшафтной архитектуры призывает использовать растения, выращенные в специализированных питомниках, и осуждает применение растений, изъятых из естественной среды леса. В декоративных целях городскую среду засаживают преимущественно однолетними цветочными культурами. Замена определённой части цветочных композиций кустарниками с цветными стволами и листьями имеет целый ряд преимуществ, а именно:

- кустарниковые растения более засухоустойчивы и не требуют регулярного полива, который требуется большей части ассортимента в основном, используемых в городском цветочном оформлении летников;


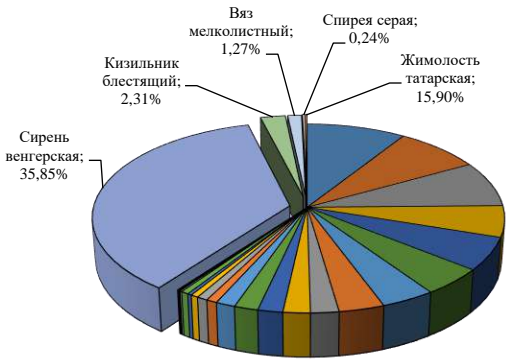
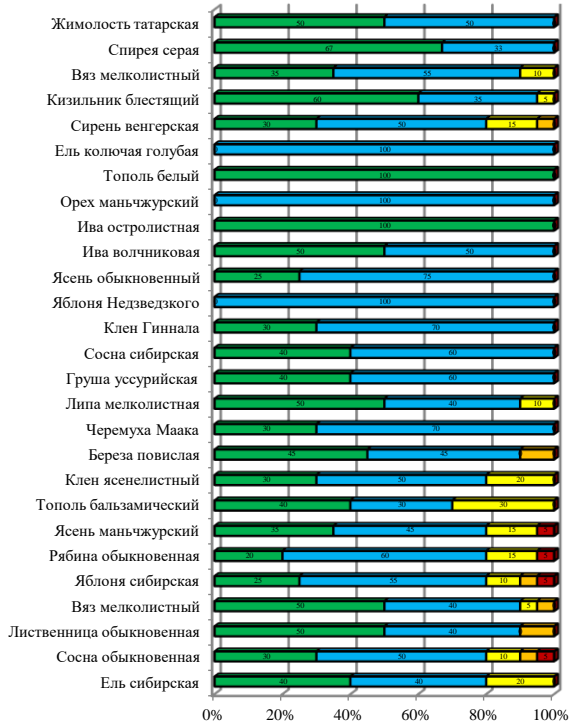
- кустарники в меньшей степени подвержены угнетению окружающей средой, чем большая часть летников при затяжных дождях;

- так как цвет растения формируется не его цветками, а листьями, у кустарников не требуется регулярное утомительное удаление отцветших соцветий, как это требуется для большинства летников;

- посадка кустарников стоит дороже летников, но так как они высаживаются на срок от 20 до 40 лет, то при делении затрат на весь период – затраты на единицу площади насаждения получаются дешевле;

- кустарниковые растения имеют более продолжительный период сезонной декоративности, чем летники. К тому же цветовые характеристики кустарников могут изменяться в зависимости от сезона;

Таблица 4.1 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения

Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер «Победителей», ул. Качинская, 1, Центральный район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.				
			Категория по функциональному назначению	
			общего пользования	
			Баланс территории	
			периметр	площадь
			1010 м	57 100 м ²
			Тип условий произрастания растений	
			конфликтный	
			Количество древесных растений на объекте	
			деревьев – 754 шт.	кустарников – 502 шт.
			Значимость объекта	
районного значения				
Ситуационный план				
Оценка жизненного состояния насаждений объекта				
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта		
78,6 %	«ослабленные»	1,19 *		
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.				
				
<p>Видовой состав</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ель сибирская ■ Лиственница обыкновенная ■ Яблоня сибирская ■ Ясень маньчжурский ■ Клен ясенелистный ■ Черемуха Маака ■ Груша уссурийская ■ Клен Гиннала ■ Ясень обыкновенный ■ Ива остролистная ■ Тополь белый ■ Сирень венгерская ■ Вяз мелколистный ■ Жимолость татарская ■ Сосна обыкновенная ■ Вяз мелколистный ■ Рябина обыкновенная ■ Тополь бальзамический ■ Береза повислая ■ Ива волчниковая ■ Сосна сибирская ■ Яблоня Недзведского ■ Орех маньчжурский ■ Ель колочая голубая ■ Кизильник блестящий ■ Спирея серая 				
Жизненное состояние				

- производство посадочного материала кустарников не более сложно, чем производство рассады летников, а для ряда позиций ассортимента обходится дешевле [Трас, 2022].

В 2019 году Муниципальному предприятию города Красноярск «Управление зеленого строительства» был выделен земельный участок общей площадью 34 га под организацию первого муниципального питомника. Следует отметить, что в существующих питомниках г. Красноярск выращивание деревьев и кустарников – молодой и перспективный сектор производства, освоенный далеко не полностью. Организаций, занимающихся выращиванием и продажей декоративных кустарников и плодовых деревьев в Красноярске 18, в Красноярском крае 19, из них питомников – 4. Нами проведен анализ формирования отделения кустарников за первые три года его развития.

После предварительного отвода земельного надела площадью 5 га, был реализован комплекс рекультивационных мероприятий, включающий грейдерное планирование территории, обустройство подъездных путей, плужную вспашку и культивацию почвы. Затем осуществлена первичная посадка саженцев широколиственных пород, а именно: липы мелколистной, рябины обыкновенной, яблони сибирской, яблони Недзведского, дуба монгольского, ореха Маньчжурского, клена Гиннала. Дополнительно, были посажены саженцы хвойных видов: сосна обыкновенная, лиственница сибирская, ель сизая, ель сибирская. В рамках питомнического хозяйства в посевном блоке осуществляется культивирование семян посредством генеративного (посев семян) и вегетативного (черенкование) способов размножения. В зимний период 2019 / 2020 г. рекультивированы еще 3 га и оставлены под чистым паром. Под кустарники в питомнике отведено 0,8 га (рисунок 1), размер поля: длина 100 м, ширина 80 м, площадь 8000 м². Рядовые посадки проводятся на расстоянии 110 см. В 2019 г. высажена – сирень венгерская улучшенная - 960 шт.

На втором этапе, в 2020 году проведены следующие виды работ: монтаж системы полива, установка резервуаров под воду и дальнейшее пополнение

видового ассортимента древесно-декоративных культур. Осенью 2020 года высажены лиственные деревья в количестве 2445 шт., хвойные виды 1829 шт. Всего в 2020 году: разработаны и засажены саженцами 5 га. 3 гектара занимает чистый пар, на 2 гектарах: технический проезд, лесозащитные полосы, строения, поливочное оборудование.

Третий этап. В зимний период 2020/2021 г. выполнена рекультивация под дальнейшее выращивание. В 2021 году под кустарники отведен дополнительный участок. Впервые были высажены тамарикс ветвистый, ракитник стелющийся, чубушник белый. Виды и количество кустарников, высаженные в питомнике, представлены на таблице Приложение Б, рисунок 4.1.

Таким образом, выращивание кустарниковых растений является актуальной деятельностью для улучшения комфортности городской среды. В питомнике «Управления зеленого строительства» высажены виды, которые являются наиболее востребованными, и соответствующими природно-климатическим условиям и экологической ситуации в городах Красноярского края.

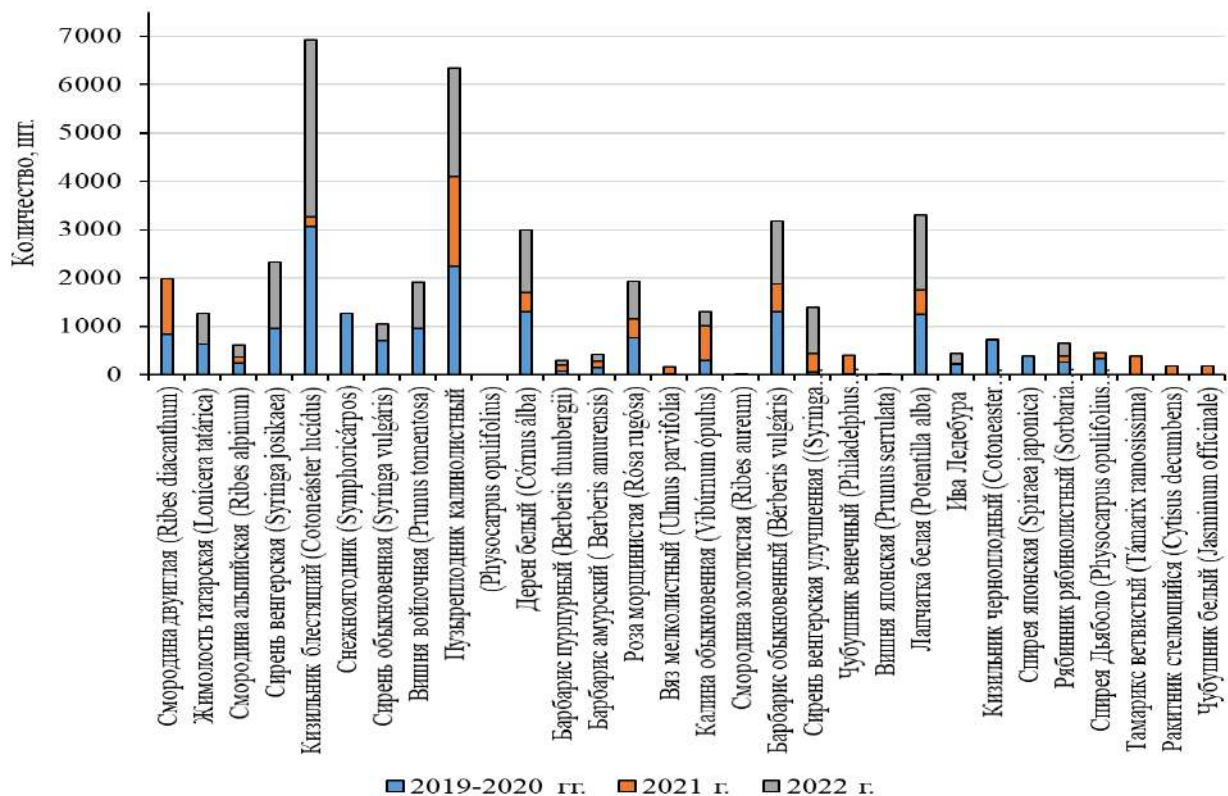


Рисунок 4.1 – Видовой состав и количество кустарников, высаженных в питомнике МП «УЗС» в первые три года после закладки кустарникового отделения

Проведен сравнительный анализ технологий выращивания кустарников в питомнике и на объектах МП «УЗС», результаты которого представлены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технологии выращивания кустарников в питомнике и городской среде

	Наименование работ	Питомник	Объекты городского озеленения
1	Подготовка посадочных мест	+	+
2	Плодородный слой	40 см	15 см
3	Стартовое внесение удобрений	+	-
4	Полив после посадки	+	+
5	Кратность полива	7 дней	45 дней
6	Рыхление междурядий	+	-
7	Рыхление и прополка приствольного круга	+	-
8	Подкормка минеральными удобрениями (кратность)	14 дней	-
9	Обработка от вредителей (кратность)	21 день	-
10	Обработка от болезней	21 день	-
11	Санитарная обрезка (кратность)	3	1
12	Формовочная обрезка (кратность)	3	1

Проанализировав технологии выращивания кустарников в питомнике и городской среде установлено, что в условиях питомника: толщина плодородного слоя в питомнике на 62,5 % выше, полив осуществляется чаще на 85 %, проводится подкормка минеральными удобрениями, растения обрабатывают от вредителей и болезней, санитарная и формовочная обрезки осуществляются в 3 раза чаще, чем объектах городского озеленения.

4.2 Видовой состав, количественное участие и экологические свойства древесных растений на исследуемых объектах озеленения

В ходе инвентаризационной оценки исследуемых объектов озеленения получены количественные характеристики древесной растительности, проанализированы относительные показатели, характеризующие баланс видового состава, ярусность насаждений и их соответствие нормативным

значениям [Нормы посадки, 1988]. В настоящее время дендрофлора исследуемых объектов озеленения представлена 60 видами, таблица встречаемости видов на исследуемых объектах озеленения представлена в Приложении В. Количественный анализ древесной растительности на объектах озеленения представлен в таблице 4.3.

Зеленые насаждения классифицируются по ассортименту используемых растений:

- растения основного ассортимента, предназначенные для формирования базовой структуры городского озеленения, должны доминировать в составе посадок, составляя не менее 60% от общей массы зеленых насаждений

Состав зеленых зон определяется разнообразием применяемых растений.

Основной ассортимент растительности, используемый для формирования фундаментальной структуры озеленения города, должен преобладать в посадках, занимая не менее 60% от всего объема зеленых насаждений. Данные растения служат основой для создания устойчивой и гармоничной городской среды [Бабич, 2008]. В данную категорию входят наиболее декоративные и адаптированные к городским условиям виды деревьев и кустарников местной флоры.

Растения *дополнительного* ассортимента применяются для декоративного оформления основных посадок на объектах озеленения общего и ограниченного пользования. Их доля в общей структуре городских насаждений должна составлять около 30%. Включают устойчивые интродуцированные виды деревьев и кустарников, а также высокодекоративные растения местной флоры [Бабич, 2008]. Количественное соотношение растений основного и дополнительного ассортимента на исследуемых объектах озеленения представлено в таблице 4.3, а баланс ассортимента визуализирован на рисунках 4.2 – 4.4.

Таблица 4.3 – Количественные характеристики объектов озеленения

Всего				Состав насаждений деревья : кустарники		Баланс видового состава, %	
Количество, шт.		Количество, шт./га		существующий, шт.	рекомендуемый (недостающее количество кустарников, %, шт.)	основной	дополнительный
деревья	кустарники	деревья	кустарники				
Центральный район							
1. Сквер «Победителей»							
757	501	132	87	757 : 501 1 : 0,661	757 : 9084 1 : 12 (8583; 95,7)	95,9	4,1
2. Проспект Мира							
706	15	82	2	706 : 15 1 : 0,021	706 : 2824 1 : 4 (2809; 99,5)	95,4	4,6
3. Сквер им. А.С. Пушкина							
32	245	229	1750	32 : 245 1 : 7,656	32 : 384 1 : 12 (139; 36,2)	74,7	25,3
Советский район							
4. Парк «Гвардейский»							
305 5	3168	170	176	3055 : 3168 1 : 1,037	3055 : 30550 1 : 10 (27382; 89,6)	94,9	5,1
5. Сквер (Устиновича 1а)							
536	7	235	3	536 : 7 1 : 0,013	536 : 6432 1 : 12 (6425; 99,9)	99,8	0,2
6. Улица Тельмана							
102 1	795	146	62	1021 : 795 1 : 0,779	1021 : 4084 1 : 4 (3289; 80,5)	86,4	13,6
Октябрьский район							
7. Улица Калинина							
925	1222	51	67	925 : 1222 1 : 1,321	925 : 3700 1 : 4 (2478; 67,0)	98,7	1,3
8. Сквер «Фестивальный»							
577	97	258	41	577 : 97 1 : 0,168	577 : 6924 1 : 12 (6827; 98,6)	63,9	36,1
9. Парк «Троя»							
370 8	1064	292	84	3708 : 1064 1 : 0,287	3708 : 37080 1 : 10 (36016; 97,1)	74,2	25,8

Железнодорожный район							
10. Улица Железнодорожников							
133	149	46	52	133 : 149 1 : 1,120	133 : 532 1 : 4 (383; 72,0)	88,3	11,7
11. Сквер «Уют»							
84	288	195	670	84 : 288 1 : 3,429	84 : 1008 1 : 12 (720; 71,4)	63,7	36,3
12. Сквер (ул. Железнодорожников, 19)							
76	52	211	144	76 : 52 1 : 0,684	76 : 912 1 : 12 (860; 94,3)	60,2	39,8
Свердловский район							
13. Сквер (Матросова, 10)							
92	8	224	20	92 : 8 1 : 0,087	92 : 1104 1 : 12 (1096; 99,3)	89,0	11,0
14. Сквер «Паниковка»							
102 9	213	199	41	1029 : 213 1 : 0,206	1029 : 12348 1 : 12 (12135; 98,3)	85,3	14,7
15. Улица Судостроительная							
742	3167	105	446	742 : 3167 1 : 4,264	742 : 2968 1 : 4	88,3	11,7
Кировский район							
16. Парк «Кировский»							
172 2	1583	261	240	1722 : 1583 1 : 0,919	1722 : 17220 1 : 10 (15637; 90,8)	65,6	34,4
17. Площадь и бульвар Маяковского							
289	264	144	131	289 : 264 1 : 0,913	289 : 3468 1 : 12 (3204; 92,4)	93,3	6,7
18. Проспект им. газеты Красноярский рабочий							
673	4012	50	296	673 : 4012 1 : 5,953	673 : 2692 1 : 4	92,5	7,5
Ленинский район							
19. Сквер «Одесский»							
426	96	284	64	426 : 96 1 : 0,225	426 : 5112 1 : 12 (5016; 98,1)	70,1	29,9
20. Парк им. 1 мая							
116 4	1716	269	395	1164 : 1716 1 : 1,474	1164 : 11640 1 : 10 (9924; 85,3)	93,3	6,7
21. Улица Юности							
613	345	214	102	613 : 345 1 : 0,563	613 : 2452 1 : 4 (2107; 85,9)	76,8	23,2

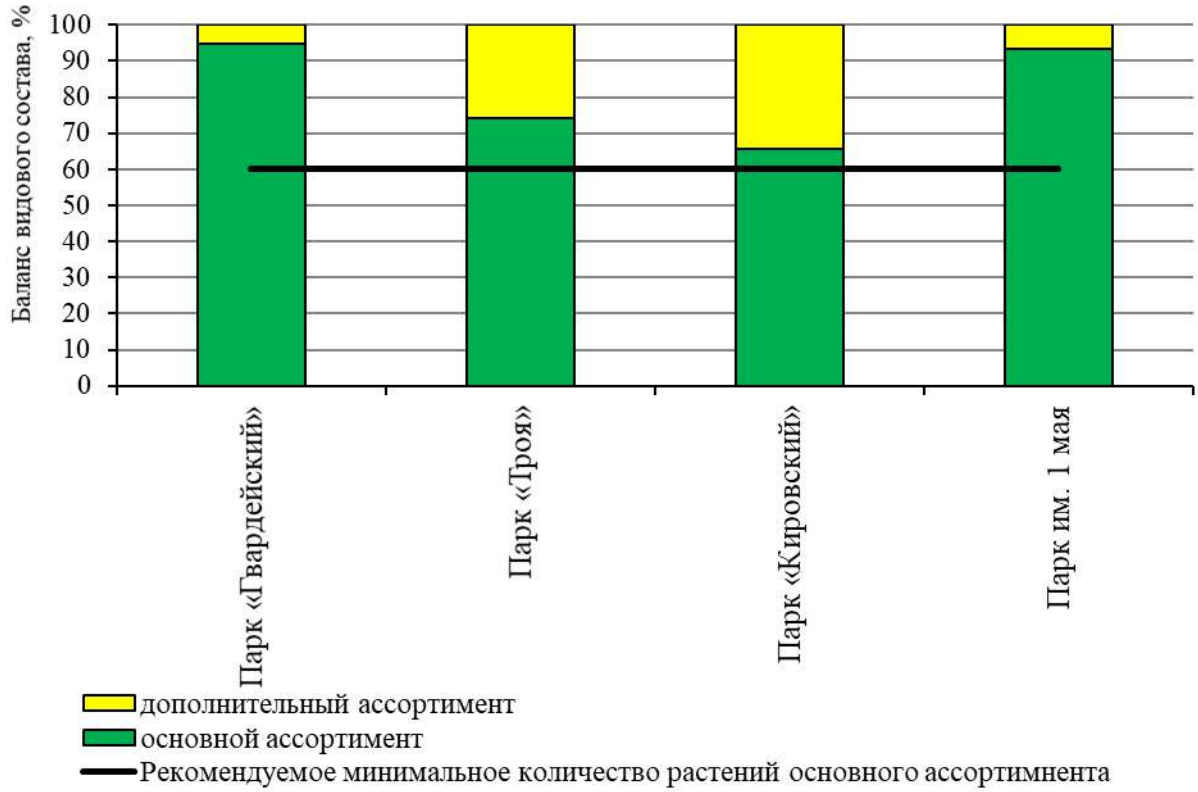


Рисунок 4.2 – Баланс ассортимента древесных растений парков

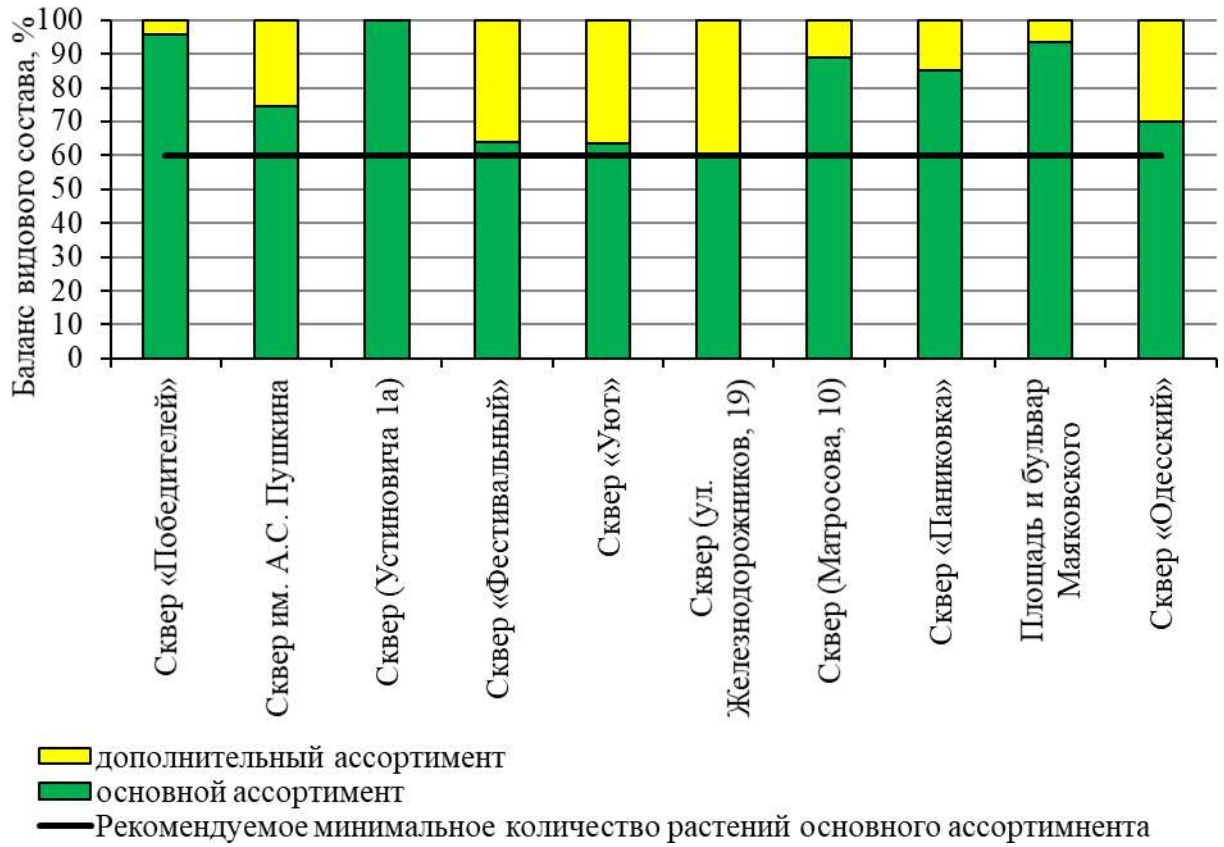
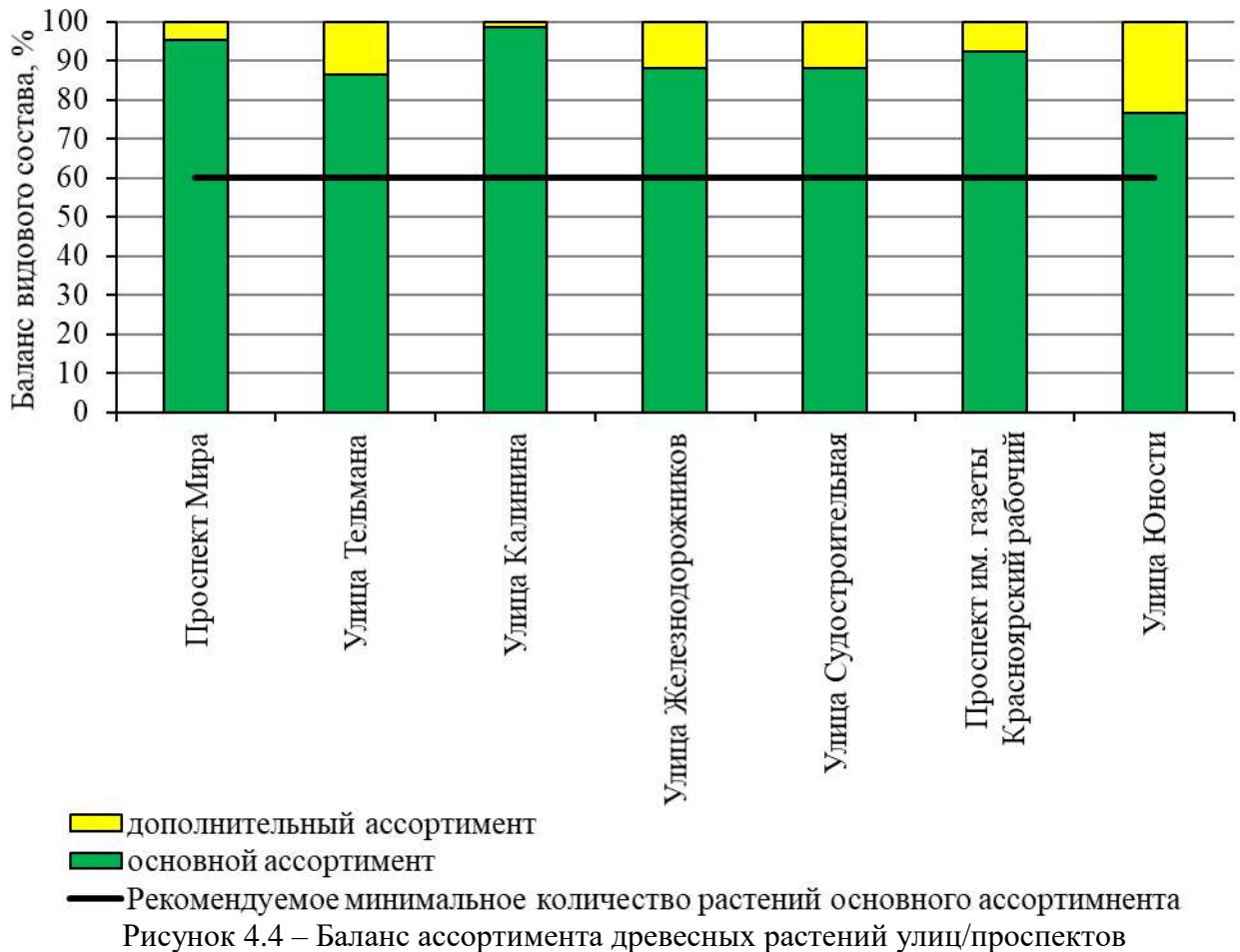


Рисунок 4.3 – Баланс ассортимента древесных растений скверов



Результаты анализа показали, что соотношение основного и дополнительного ассортименты исследуемых объектов озеленения соответствует рекомендуемому. Также важным принципом при создании зеленых насаждений на объектах озеленения является соотношение количества деревьев и кустарников. Опираясь на анализ десяти-пятнадцатилетнего опыта проектирования городских территорий и результаты полевых исследований зеленых насаждений разных типов в природных зонах России, были внесены изменения в стандарты высадки деревьев и кустарников в городских зеленых зонах. Для г. Красноярска для парков рекомендуемое соотношение деревьев и кустарников составляет 1 : 12, для скверов – 1 : 14, для улиц 1:4 [Нормы, 1987]. Существующее и рекомендуемое количество кустарников исследуемых объектов озеленения указано в таблице 4.4 и на рисунках 4.5 – 4.7.

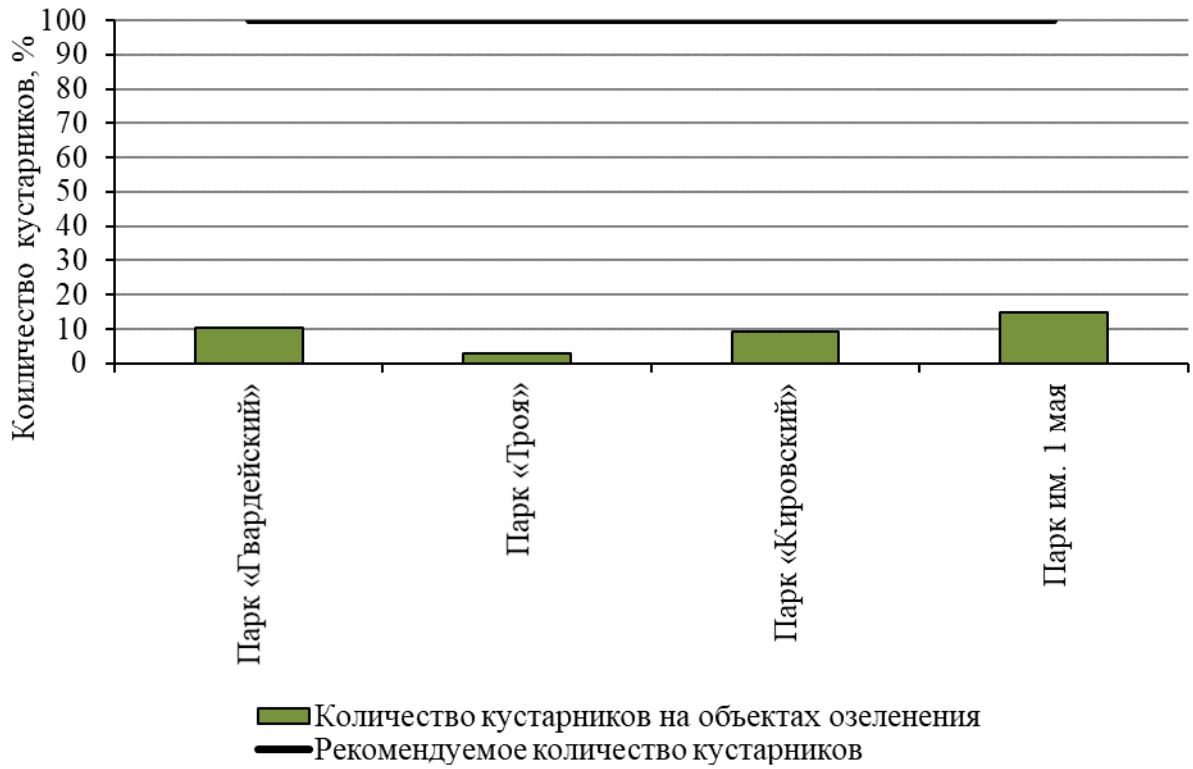


Рисунок 4.5– Наличие кустарников в парках относительно рекомендуемого количества

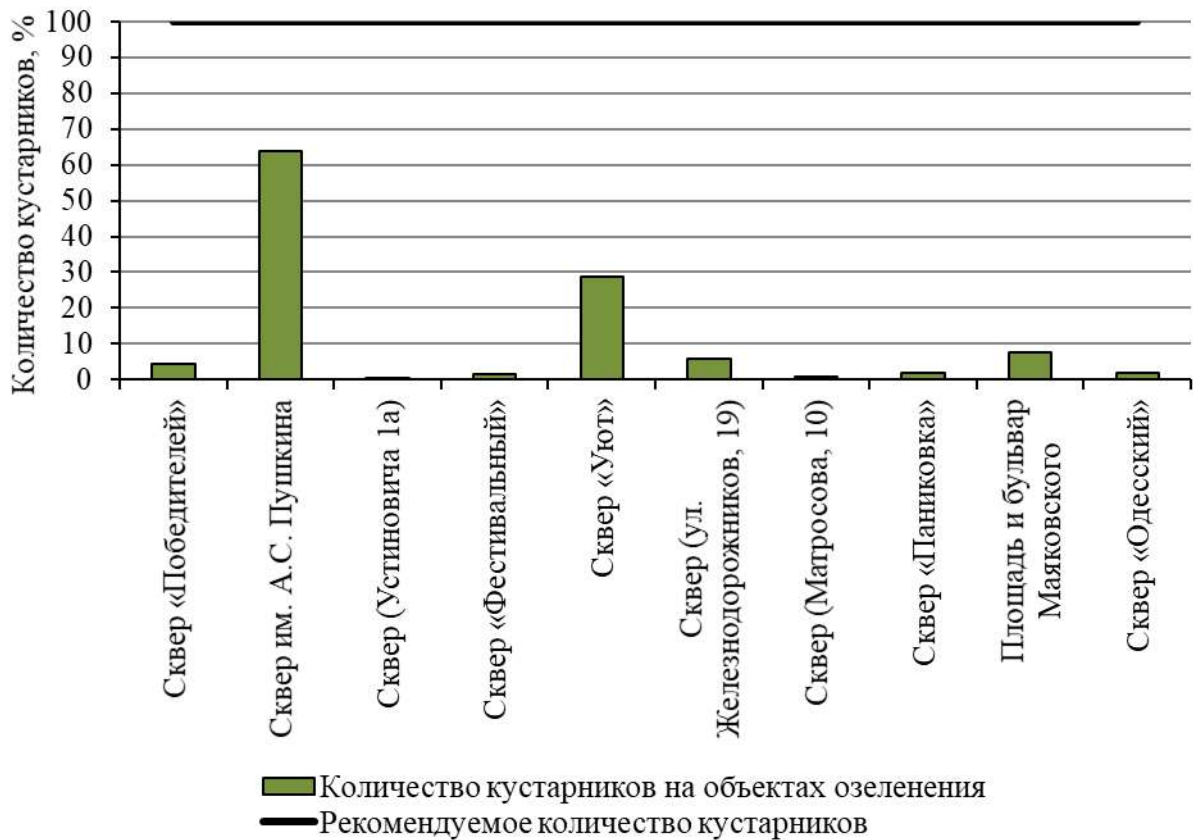


Рисунок 4.6 – Наличие кустарников в скверах относительно рекомендуемого количества

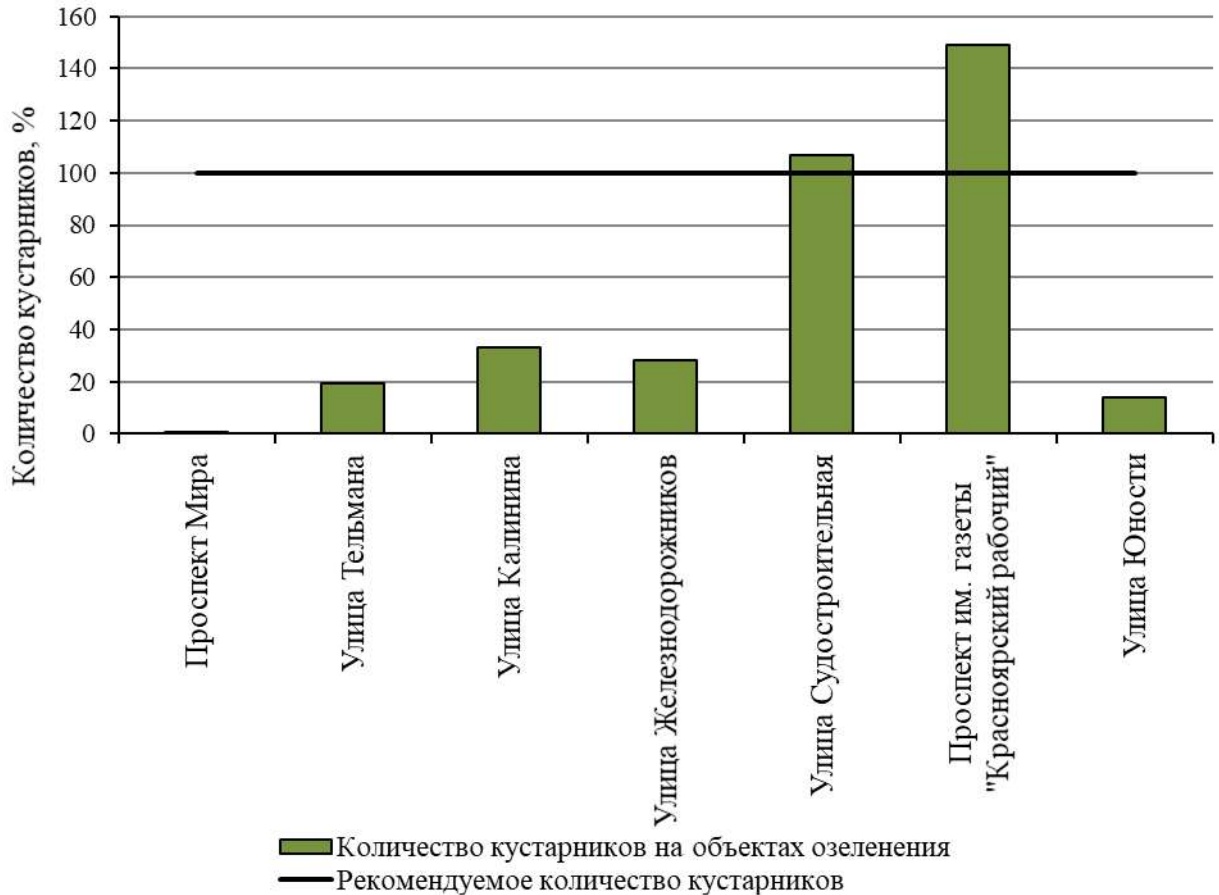


Рисунок 4.7 - Наличие кустарников на улицах (проспектах) относительно рекомендуемого количества

Наибольший озеленительный ассортимент – 19 видов (79 %) выявлен в насаждениях парков, близко к этому представлен в скверах - 17 видов (71 %). Самое низкое видовое разнообразие растений в городе отмечено в озеленении улиц – 15 видов (62,5 %), на питомник МП «УЗС» приходится 11 видов (58 %) (рисунок 4.8).

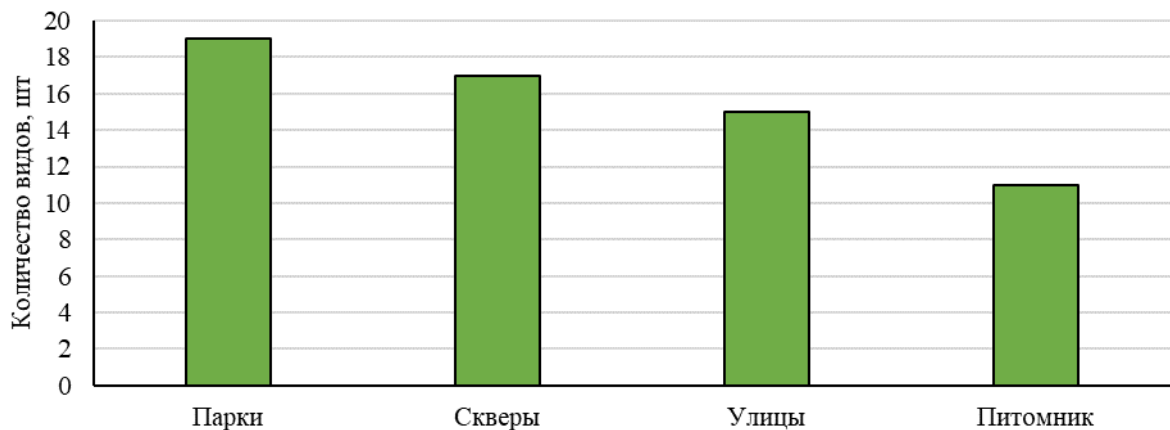


Рисунок 4.8 – Видовое разнообразие кустарников

В городских посадках широко распространены, хотя и в разной степени, 10 видов кустарников, включая сирень венгерская, карагана древовидная, жимолость татарская, роза морщинистая, кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный, рябинник рябинолистный, смородина двуиглая, дерен белый, барбарис обыкновенный. В двух и одном типах насаждений встречается около 7 видов растений, что составляет треть от общего ассортимента используемых в озеленении видов.

Максимальное видовое разнообразие зафиксировано на проспекте имени газеты «Красноярский рабочий» (11 видов) и в парке «Гвардейский» (11 видов), что обусловлено протяженностью проспекта (12 км). Наименьшее видовое богатство отмечено на проспекте Мира и в сквере по ул. Устиновича 1а, где из кустарников присутствуют только S сирень венгерская и кизильник блестящий. Исследования выявили, что в среднем на один элемент озеленения приходится шесть различных видов растений. Приблизительно 48% зеленых насаждений отличаются небольшим количеством видов (не более 5). Только треть объектов (33 %) демонстрирует наличие от 5 до 8 видов растений.

Абсолютная встречаемость использовалась для оценки количественного представительства кустарников в структуре городской растительности. Обнаружено, что доля кустарниковых растений колеблется в пределах от 4,2% до 16,7% и представлена 14 разновидностями (составляющими 58% от всего ассортимента). В парковых зонах доминируют малораспространенные виды (охватывающие 37,5% видового разнообразия), их присутствие менее заметно в скверах (29%), и еще реже они встречаются вдоль улиц (21%). Более 25 % объектов озеленения имеют около 10 растений (42 % от списочного состава). Наибольшее участие в озеленении принимает сирень венгерская (79,2 % видового состава), с равным распределением в скверах и на улицах (по 42 %) и меньшим присутствием в парках (16 %) (рисунок 4.9).

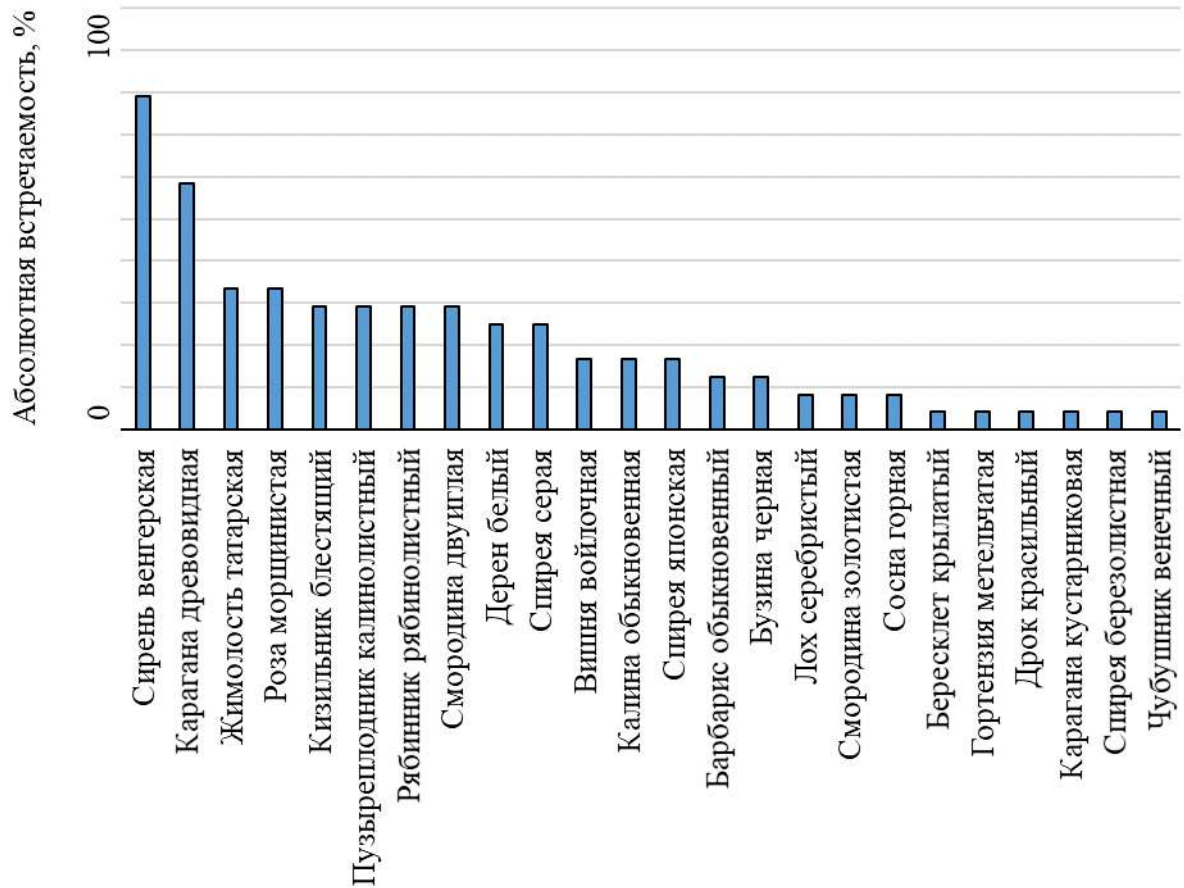


Рисунок 4.9 – Абсолютная встречаемость на исследуемых объектах

Типы парковых насаждений. На исследуемых объектах озеленения встречаются следующие виды ландшафтно-планировочной организации из кустарников: стриженные живые изгороди, бордюры, свободно растущие экземпляры и изгороди, однопородные и смешанные группы, на рисунке 4.10 представлен баланс типов парковых насаждений.

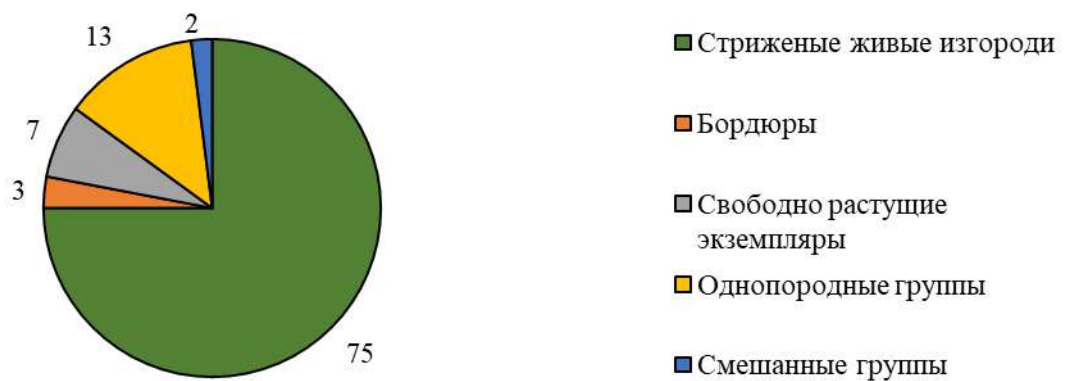


Рисунок 4.10 - Баланс типов парковых насаждений на исследуемых объектах озеленения г. Красноярск

Анализ экологических свойств кустарников на объектах озеленений.

Успешность реализации санитарно-оздоровительных и эстетических задач городскими зелеными насаждениями определяется, в основном, разнообразием видов древесных растений и их экологическими характеристиками. Данных о дендрофлоре различных районов Красноярского края достаточно много, однако для урбанизированных территорий она остается малоизученной. Согласно проведенным исследованиям видовой состав насаждений на обследованных объектах озеленения г. Красноярска насчитывает 24 вида кустарников, относящихся к 11 семействам.

Порядок семейств в списке соответствует системе А.Л. Тахтаджяна, виды внутри таксономических групп расположены по латинскому алфавиту. Систематический состав кустарников на исследуемых объектах озеленения приведен в таблице 4.5.

В результате анализа жизненных форм кустарников выделено 3 основных и 2 переходные формы (рисунок 4.10). Наиболее широко представлены 2 выделенных подкласса жизненных форм: кустарники геоксильные высокие (10 видов или 42 % видового состава), кустарники аэроксильные – деревца (6 видов; 25 %). На остальные жизненные формы кустарников приходится в сумме 33 % состава дендрофлоры.

По анализу жизненных форм кустарников в питомнике МП «УЗС» выделено 4 формы: более половины кустарников (55 %) относятся к высоким видам - Кг I (> 2 м), реже встречаются (18 %) средние по высоте - Кг II (1-2 м) и единично - кустарник-деревце и низкие виды (< 1 м).

Таблица 4.5 – Систематический состав кустарников на исследуемых объектах озеленения

Семейство	Вид растения	Жизненная форма	Экологическая группа	Встречаемость
1	2	3	4	5
Pinaceae Lindl. - Сосновые	<i>Pinus mugo</i> L. - Сосная горная	Ка-Дц	Мз	П, У
Berberidaceae Juss. - Барбарисовые	<i>Berberia vulgaris</i> L. - Барбарис обыкновенный	Кг II(I)	КМ	Пит, П, С, У
Grossulariaceae DC. - Крыжовниковые	<i>Ribes aureum</i> L. - Смородина золотистая	Кг II	Мз	Пит, П, С
	<i>Ribes diacanthum</i> L. - Смородина двуиглая	Кг II	Мз	Пит, П, С, У
Rosaceae Juss. - Розовые	<i>Cotoneaster lucidus</i> (Schlecht.) - Кизильник блестящий	Кг I	Кс	Пит, П, С, У
	<i>Microcerasus tomentosa</i> (Thunb.) Erem. et Jushev - Вишня войлочная	Кг I	Мз	Пит, С, У
	<i>Physocarpus opulifolia</i> L. Maxim. - Пузыреплодник калинолистный	Кг I	Мз	Пит, П, С, У
	<i>Rosa rugosa</i> Thunb. - Роза морщинистая	Кг II	Мз	П, С, У
	<i>Sorbaria sorbifolia</i> L. A. Br. - Рябинник рябинолистный	Кг I	МГ	Пит, П, С, У
	<i>Spiraea cinerea</i> Grefsheim L. - Спирея серая	Кг III	МП	П, С
	<i>Spiraea japonica</i> L. - Спирея японская	Кг III	МП	Пит, П, С
	<i>Caragana arborescens</i> Lam. - Карагана древовидная	Кг I	Кс	П, С, У
	<i>Caragana frutex</i> L. - Карагана кустарниковая	Кг I	Кс	У
	<i>Genista tinctoria</i> L. - Дрок красильный	Кг II	КМ	У
	<i>Euonymus alatus</i> (Rupr.) - Бересклет крылатый	Ка-Дц	Мз	П
	<i>Elaeagnus commutata</i> L. - Лох серебристый	Ка-Дц	Мз	П
	<i>Hydrangea paniculata</i> L. - Гортензия метельчатая	Кг I	Мз	П

Philadelphus coronarius (Rupr.) Et Maxim. - Чубушник венечный	Кг I	Мз	У
Swida alba L. Optiz - Дерен белый	Кг I	МГ	Пит, П, С, У
Viburnum opulus L. - Калина обыкновенная	Ка-Дц	Мз	П, С
Sambucus nigra L. - Бузина черная	Ка-Дц	Мз	П, С
Cissanthemos tatarica L. - Жимолость татарская	Кг I	МК	Пит, П, С, У
Syringa josikaea L. - Сирень венгерская	Ка-Дц	Мз	Пит, П, С, У

Примечания:

жизненные формы кустарников (К): аэроксильный – Ка, геоксильный – Кг, высокий (> 2 м) – К I, средний по высоте (1-2 м) – К II, низкий (< 1 м) – К III, кустарник-деревце – Ка-Дц; **экологический группы растений**: Мз – мезофиты, МГ – мезогигрофиты, Кс – ксерофиты, КМ – ксеромезофиты, МК – мезоксерофиты, МП – мезопсихрофиты; **встречаемость** на объектах озеленения: С – скверы, П – парки, У – озеленение улиц, Пит – питомник (предметный глоссарий в приложении А).

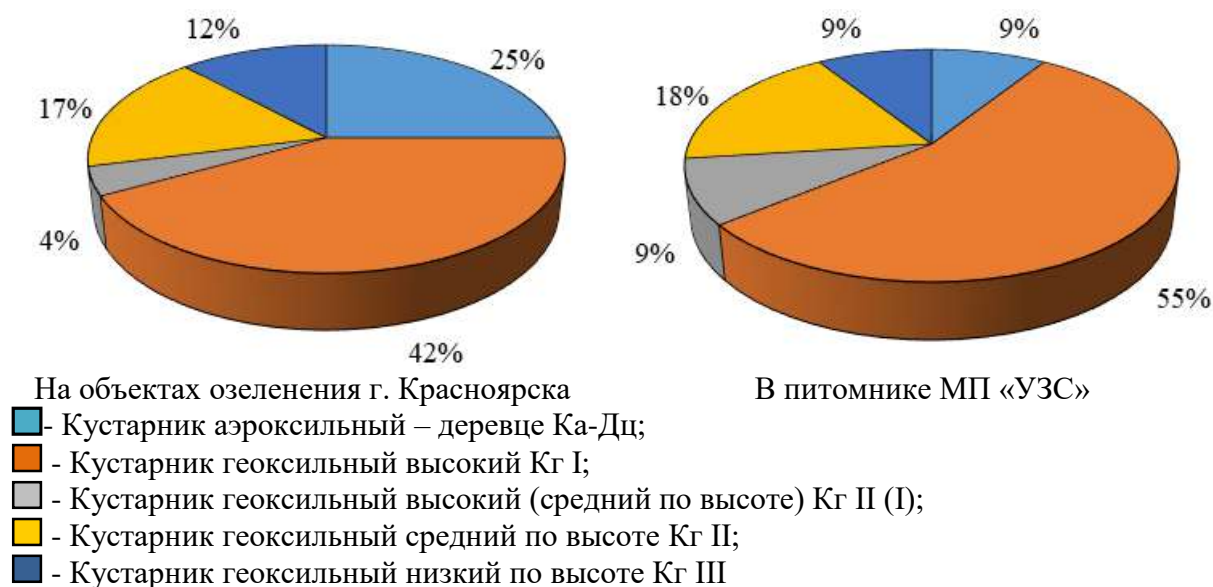


Рисунок 4.10 – Спектр жизненных форм кустарников

По отношению к экологическим условиям (главным образом к водному режиму) выделено 6 экологических групп растений (рисунок 4.11).

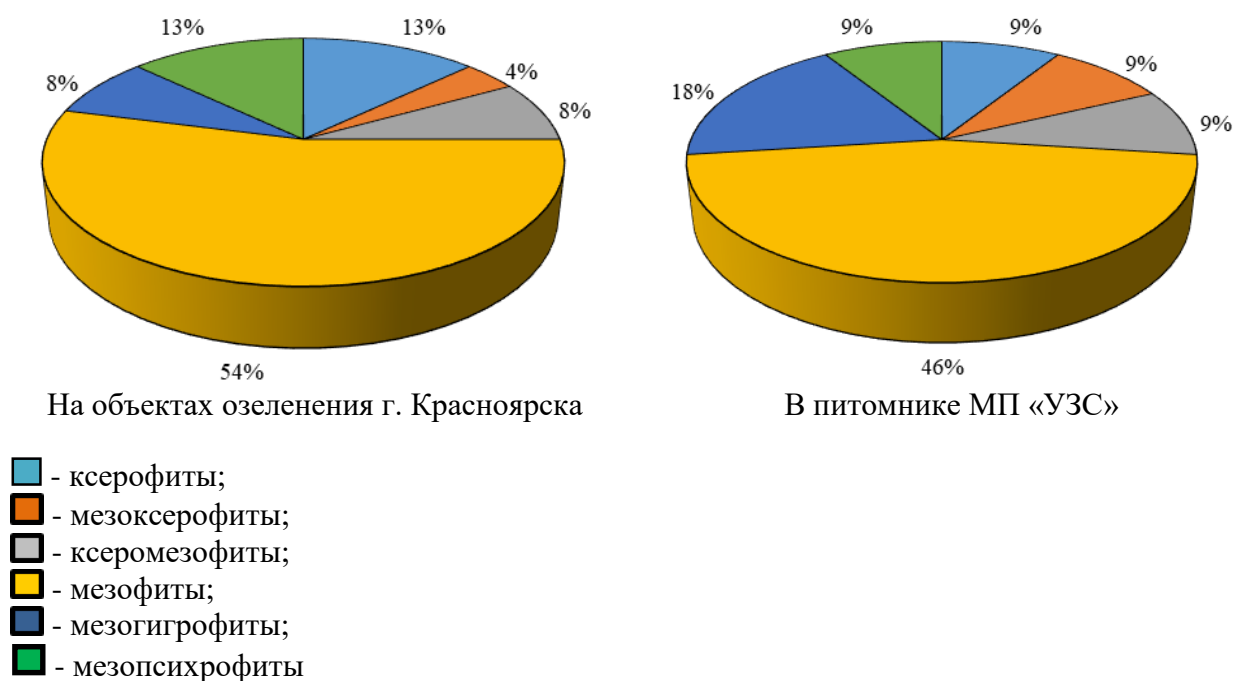


Рисунок 4.11 – Спектр экологических групп кустарников

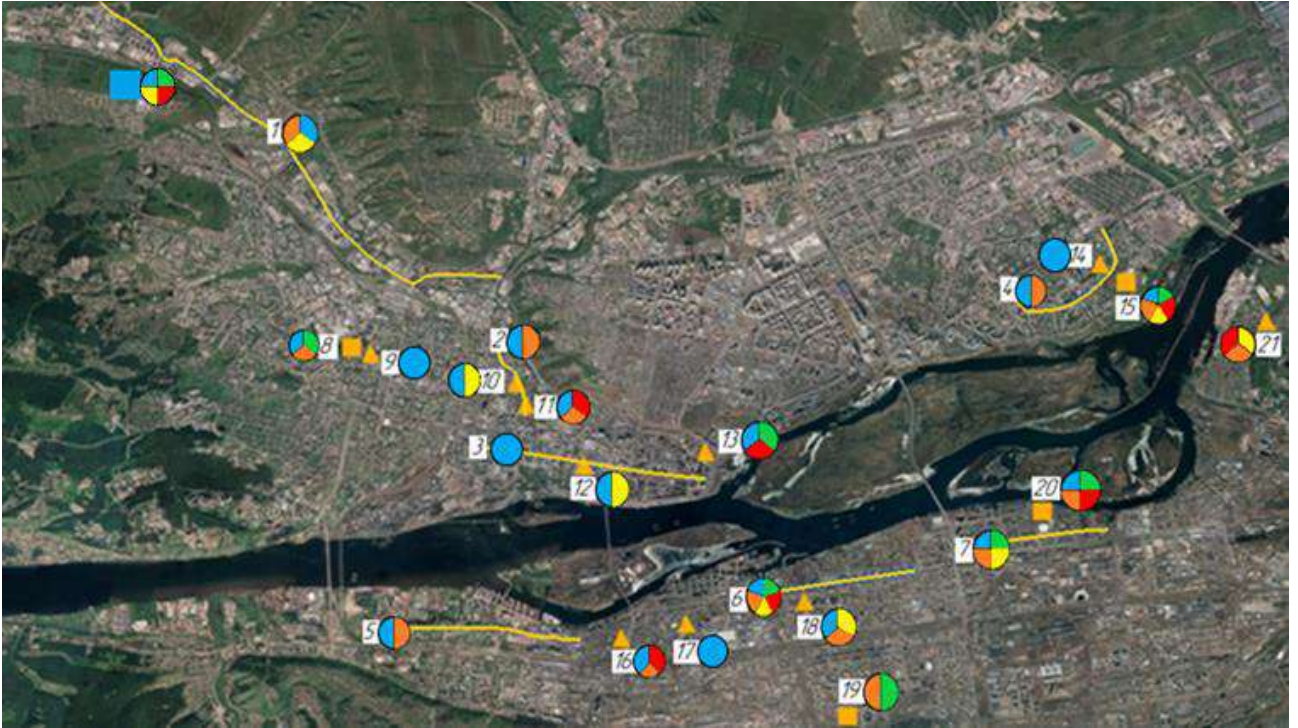
Наиболее многочисленная из них – мезофиты (13 видов; 54 % списочного состава) - растения средних по увлажненности местообитаний, сочетающие в себе промежуточные черты гигроморфной и ксероморфной организации структуры листьев и функциональных физиологических особенностей. Далее следуют ксерофиты и мезопсихрофиты (по 3 вида; 13 %). Ксеромезофиты и мезогигрофиты представлены двумя видами каждый (по 8 %) и всего одним видом – мезоксерофиты (4 %). Как следует из приведенных данных, больше половины видового состава дендрофлоры городских насаждений кустарников г. Красноярска являются типичными летнезелеными мезофитами. Если добавить к ним переходные варианты этой экологической группы – ксеромезофиты и психромезофиты, то получается, что на виды мезофитного ряда приходится 75 % общего состава дендрофлоры. Ксерофитный ряд представлен 4 породами (17 % состава), гигрофитный – 2 породами (8 %).

В питомнике МП «УЗС» по отношению к экологическим условиям выявлено, что почти половина кустарников (46 %) предпочитают достаточное, но не избыточное увлажнение почвы – мезофиты, остальные растения в малом количестве (9-18 %) относятся к 5 экологическим группам – ксеромезофиты, мезоксерофиты, ксерофиты, мезогигрофиты, мезопсихрофиты.

Обоснование выбора видов кустарников для проведения дальнейших исследований. На основании обзора представленности видов кустарников в городских насаждениях и их доступности в питомнике муниципального предприятия «УЗС» Красноярска, отобрано пять разновидностей кустарниковых растений для более детального изучения. В их число вошли: сирень венгерская, жимолость татарская, акация жёлтая (карагана древовидная), кизильник обыкновенный (кизильник блестящий) и смородина диморфная (смородина двуиглая).

Выбранные объекты исследования относятся к 3 экологическим группам (по отношению к водному режиму): сирень венгерская и смородина двуиглая являются мезофитами - предпочитают достаточное, но не избыточное увлажнение почвы; кизильник блестящий и карагана древовидная – ксерофиты, хорошо переносят засуху и высокие температуры; жимолость татарская – мезоксерофит, растет в более сухих условиях, чем мезофиты, но более влажных, чем ксерофиты, что способствует их устойчивости к условиям промышленного города. Среди них присутствуют как аборигенные виды: кизильник блестящий, карагана древовидная, жимолость татарская, так и интродуцированные сирень венгерская, смородина двуиглая.

Объекты озеленения, где встречаются указанные растения, перечислены в таблицах 4.6 и визуально отображены на рисунке 4.12. Биологические особенности этих видов описаны в таблице 4.7. Полученные результаты положены в основу дальнейших исследований.



— улицы (проспекты): 1 – ул. Калинина, 2 – ул. Железнодорожников, 3 – пр. Мира, 4 – ул. Тельмана, 5 – ул. Судостроительная, 6 – пр. им. газеты «Красноярский рабочий», 7 – ул. Юности; ▲ - скверы: 9 – по ул. Железнодорожников, 19, 12 – им. А.С. Пушкина, 13 – «Победителей», 14 – по ул. Устиновича, 1а, 16 – по ул. Матросова, 10, 17 - «Фестивальный», 10 – «Уют», 11 – «Паниковка», 18 - Площадь и бульвар Маяковского, 21 - «Одесский»; ■ - парки: 8 - «Троя», 15 - «Гвардейский», 19 - «Кировский», 20 - им. 1 мая; ■ Питомник МП «УЗС»; ● - сирень венгерская, ● - кизильник блестящий, ● - жимолость татарская, ● - смородина двуиглая, ● - Карагана древовидная

Рисунок 4.12 - Расположение объектов озеленения и питомника МП «УЗС» на территории г. Красноярска, наличие исследуемых видов кустарников

Таблица 4.6 – Сирень венгерская на объектах озеленения

Сирень венгерская (<i>Syringa josikaea</i> L.)			
Тип условий произрастания	Наименование объекта озеленения (ИЖС)		
	Улицы и проспекты	Сквер	Парк
Напряженный	-	с. ул. Устиновича 1а (83,25%); "Фестивальный" (85%)	-
Конфликтный	ул. Тельмана (73%); ул. Железнодорожников (64,75%); ул. Судостроительная (63,25%); площадь и бульвар Маяковского (77%); ул. Юности (83,5%)	"Победителей" (71,25%); «С. им. А.С. Пушкина» (85%); "Уют" (71,5%); с. ул. Железнодорожников 19 (80,5%); с. ул. Матросова 10 (79%); "Паниковка" (71%)	"Гвардейский" (73,75%); "Троя" (72,75%); "П. им. 1 мая" (70%)
Критический	ул. Калинина (69,5%); проспект Мира (70%); проспект им. газеты "Красноярский рабочий" (66,5%)	-	-
Кизильник блестящий (<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.)			
Напряженный	-	-	-
Конфликтный	ул. Юности (85%)	"Победителей" (86,5%)	"Гвардейский" (83,2%); "Троя" (72,8%); "П. им. 1 мая" (91%); "Кировский" (76%)
Критический	проспект им. газеты "Красноярский рабочий" (61%)	-	-
Напряженный	-	-	-
Конфликтный	ул. Тельмана (74%); ул. Юности (63,5%); ул. Железнодорожников (70%); ул. Судостроительная (76%); площадь и бульвар Маяковского (82%)	"Паниковка" (85%); с. ул. Матросова 10 (72,5%)	"Гвардейский" (78,65%); "Троя" (63,2%); "П. им. 1 мая" (89,5%); "Кировский" (70%)
Критический	ул. Калинина (70%); проспект им. газеты "Красноярский рабочий" (58,5%)	"Одесский" (61%)	-

Жимолость татарская (<i>Lonicera tatarica</i> L.)			
Тип условий произрастания	Наименование объекта озеленения (ИЖС)		
	Улицы и проспекты	Сквер	Парк
Напряженный	-	-	-
Конфликтный	-	"Победителей" (85%); «С. им. А.С. Пушкина» (70%); "Паниковка" (64,25%); с. ул. Матросова 10 (66%)	"Гвардейский" (70,9%); "П. им. 1 мая" (70%)
Критический	проспект им. газеты "Красноярский рабочий" (54,5%)	"Одесский" (55,9%)	-
Смородина двуглая (<i>Ribes diacanthum</i> L.)			
Напряженный	-	-	-
Конфликтный	ул. Юности (80,5%); площадь и бульвар Маяковского (79%)	"Уют" (76%)	"Гвардейский" (75,75%)
Критический	ул. Калинина (70%); проспект им. газеты "Красноярский рабочий" (67%)	"Одесский" (64,4%)	-

Таблица 4.5 – Краткая характеристики исследуемых видов кустарников

Фото кустарника в г. Красноярске	Краткая эколого-биологическая характеристика
1	2
Сирень венгерская (<i>Syringa josikaea</i> L.)	
	Высокий кустарник или деревцо высотой до 7 м с серой или буровато-серой корой на стволе и старых ветвях. Молодые побеги округлые, сероватые или серовато-зеленоватые, с продольными бороздками и мелкими чечевичками. Боковые почки голые, яйцевидные, острые, с вишневым оттенком или зеленоватые. Плоды гладкие, блестящие, бурые, иногда всю зиму удерживаются на ветках. Соцветия - пирамидальные метелки, развивающиеся из верхних боковых или верхушечных почек.
Кизильник блестящий (<i>Cotoneaster lucidus</i> Schlecht.)	
	Пряморастущий листопадный кустарник до 3 м высотой, с густо опушёнными молодыми побегами текущего года. Крона по диаметру больше высоты в 1,5 раза. Листья сверху тёмно-зелёные, блестящие, голые; снизу сначала опушённые, желтовато-войлочные, позже почти голые, желтоватые. С наступлением осени окраска листьев становится тёмно-коричневато-красноватой. Мелкие розоватые цветки во время цветения во множестве располагаются по всей поверхности побегов. Плоды чёрные, блестящие, шаровидной формы, с коричнево-красной мякотью, диаметром 7-9 мм, с тремя косточками. Плоды созревают в конце сентября - начале октября
Карагана древовидная (<i>Caragana arborescens</i> Lam.)	
	Высокий кустарник или деревцо до 4-6 м высотой. Кора ствола и старых ветвей гладкая блестящая зеленовато-бурая. Молодые побеги зелёные или желтовато-зелёные. Древесина зеленовато-жёлтая с бурым ядром. Бобы узкоцилиндрические, длиной 30-50 мм, бурые или коричневые, с коричневыми лоснящимися семенами. Раскрывшиеся и скрутившиеся створки бобов долго удерживаются в кроне.
Жимолость татарская (<i>Cissanthemos tatarica</i> L.)	
	Кустарник высотой 1-3 м. Побеги полые внутри. Кора молодых побегов желтовато-бурая. Листья яйцевидные 3-6 см длиной, цельнокрайние, верху темно-зеленые, снизу более светлые. Цветки парные, длиной до 2 см. Цветёт жимолость татарская в мае-июне. Плоды шаровидные, красные, реже оранжевые или желтые, часто сросшиеся парами в основании, диаметром около 6 мм, созревают в июле-августе. Несъедобные, горькие на вкус.
Смородина двуглая (<i>Ribes diacanthum</i> L.)	
	Кустарник высотой до 1,5 м. Цветки пазушные, одиночные или собраны в малоцветковые укороченные кисти (по 2-5, редко 7 цветков). Цветочное ложе вогнутое, сросшееся с завязью и переходящее по краям в 5, обыкновенно зеленоватых чашелистиков. Лепестков также 5, все свободные. Тычинок столько же. Завязь одногнёздая, многосемянная. Столбика два. Плод - ягода, чаще округлой формы, между цветком и цветоножкой есть сочленение, и поэтому плоды быстро опадают.

Выводы по главе

1. В ходе проведенных исследований был изучен видовой состав древесных растений на 24 объектах озеленения г. Красноярска (парки, скверы, улицы), расположенных в семи административных районах, характеризующихся различной степенью антропогенной нагрузки, влияющей на жизненное состояние растений. Дополнительно, анализ проводился в питомнике МП «УЗС». По состоянию на июнь 2023 г., ассортимент исследуемых озелененных территорий представлен 24 видами, в питомнике – 29 видами кустарников.

2. Десять видов демонстрируют широкое распространение в городских насаждениях, однако с варьирующей частотой встречаемости: сирень венгерская, карагана древовидная, жимолость татарская, роза морщинистая, кизильник блестящий, пузыреплодник калинолистный, рябинник рябинолистный, смородина двуиглая, дерен белый, барбарис обыкновенный. Около трети (1/3) установленного ассортимента (7 видов) встречаются в двух и одном типе насаждений. Абсолютная частота встречаемости варьируется от 4,2 % до 16,7 % у 14 видов (58 % состава). Более 25 % объектов характеризуются наличием 10 видов (42 % исследуемого состава). Редкие виды преимущественно представлены в озеленении парковых зон, с минимальным использованием вдоль улиц. Наибольшее участие в озеленении принимает сирень венгерская, с сопоставимым использованием в скверах и улицах, и меньшим – в парках.

3. Анализ основного и дополнительного ассортимента кустарников выявил дефицит кустарникового яруса на 19 из 24 объектов озеленения, что недостаточно для обеспечения защитных и эстетических функций городской среды. Для ряда видов антропогенные условия г. Красноярска неблагоприятны для оптимального роста и развития. Недостаточное количество кустарников негативно сказывается на экологической обстановке и комфорте проживания в урбанизированной среде. На основании проведенных исследований, для дальнейшего изучения выделено пять видов кустарников: сирень венгерская, жимолость татарская, карагана древовидная, кизильник блестящий и смородина двуиглая.

5 ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ КУСТАРНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ г. КРАСНОЯРСКА

При разработке проектов благоустройства и озеленения урбанизированных территорий, особое внимание следует уделять выбору растительных сообществ, обладающих повышенной устойчивостью к антропогенному воздействию. Это обусловлено необходимостью поддержания экологической стабильности и функционального назначения зелёных зон в контексте общей концепции устойчивого городского развития.

Эколого-градостроительная значимость городских растений заключается в том, что они выполняют важные средозащитные функции, такие как улучшение качества атмосферного воздуха, снижение уровней шума и создание микроклимата, благоприятного для жизнедеятельности населения. При этом эстетические характеристики ландшафта играют не менее важную роль в формировании комфортной городской среды, способствуя повышению качества жизни горожан.

Кроме того, выбор устойчивых к загрязнению видов растений позволяет минимизировать затраты на эксплуатацию и содержание зелёных насаждений, что положительно сказывается на экономической эффективности реализации проектов комплексного благоустройства. Социальные выгоды заключаются в создании общественных пространств, пригодных для рекреационного использования, что улучшает психологическое состояние жителей и способствует социальной интеграции.

Мониторинг состояния растительности может служить эффективным инструментом оценки уровня антропогенной нагрузки на окружающую среду, предоставляя данные для разработки мероприятий по её снижению и оптимизации градостроительных решений. Таким образом, научно обоснованный подбор растительных сообществ с учётом их устойчивости к техногенному загрязнению является ключевым фактором успешного управления городскими территориями.

5.1 Оценка устойчивости кустарников по показателю жизненного состояния

Согласно методике определения жизнеспособности, был произведен расчет индекса жизненного состояния (ИЖС) для каждого из изучаемых видов кустарников на объектах озеленения. На основании полученных данных проведен анализ изменчивости ИЖС, с целью выявления потенциала устойчивости видов, произрастающих в различных типах условий произрастания (глава 3). В таблице 5.1 представлены средние значения показателей ИЖС на исследуемых объектах озеленения для пяти видов кустарников: сирень венгерская, кизильник блестящий, карагана древовидная, смородина двуиглая, жимолость татарская. На графиках для каждого вида растения представлены средние значения индексов жизненного состояния по типам условий произрастания: I - удовлетворительный (питомник), II – напряженный, III - критический, IV - конфликтный (рисунок 5.1).

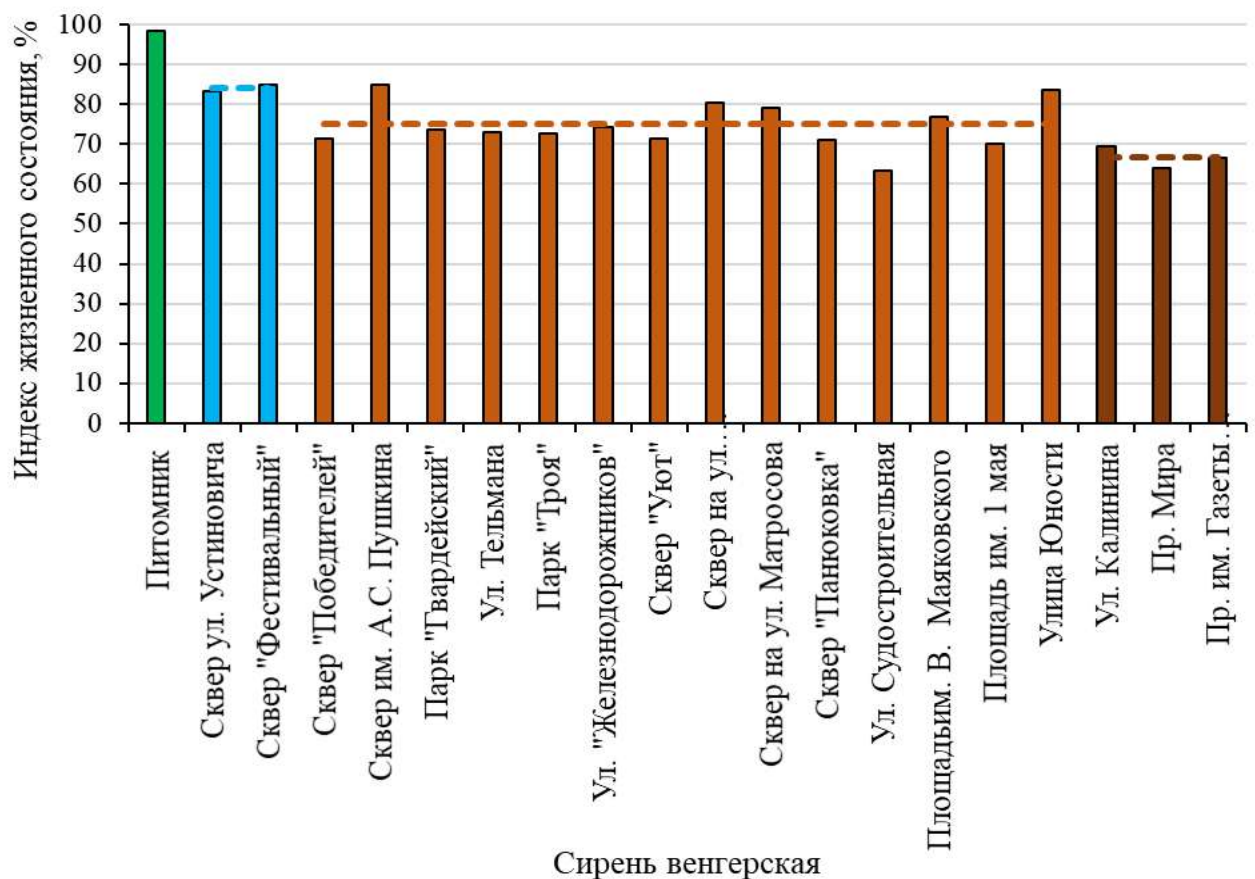


Таблица 5.1 –Показатели индекса жизненного состояния на объектах озеленения г. Красноярска

Тип условий произрастания /Объекты озеленения		Вид растения. Средние значения на объекте				
		сирень венгерская	кизильник блестящий	карагана древовидная	смородина двуиглая	жимолость татарская
		Индекс жизненного состояния				
I	Питомник	98,83±0,55	99,07±0,08	98,37±0,78	98,5±0,55	99,03±0,46
II	Сквер ул. Устиновича	83,25±0,01				
II	Сквер "Фестивальный"	85,21±0,03				85,14±2,16
III	Сквер "Победителей"	71,25±1,34	79,01±2,81			
III	Сквер им. А.С. Пушкина	85,04±2,08				70,01±2,14
III	Парк "Гвардейский"	73,75±0,96	83,21±2,31	78,65±1,12		70,90±2,02
III	Парк "Кировский"		76,10±2,48	70,32±2,19		
III	Ул. Тельмана	73,02±1,14		74,24±2,16		
III	Парк "Троя"	72,75±1,25	72,8±12,45	72,91±1,45		
III	Ул. "Железнодорожников"	74,20±1,22		70,06±0,74		
III	Сквер "Уют"	71,53±1,64			78,81±1,48	
III	Сквер на ул. Железнодорожников, 19	80,54±1,28				
III	Сквер на ул. Матросова	79,02±1,22		72,52±1,31		66,05±2,55
III	Сквер "Паниковка"	71,00±0,81		85,31±1,44		64,25±1,32
III	Ул. Судостроительная	69,35±1,35		76,28±2,23		
III	Площадь им. В. Маяковского	77,01±1,39		82,16±2,58	79,62±1,27	
III	Парк им. 1 мая	70,01±1,31	81,11±1,38	89,52±1,32		70,12±1,89
III	Ул. Юности	83,51±1,29	79,02±4,76	63,51±2,11		
IV	Ул. Калинина	69,53±3,61		70,12±0,12	74,91±0,31	
IV	Пр. Мира	67,12±4,29				
IV	Пр. им. Газеты "Красноярский рабочий"	66,53±3,32	61,12±3,35	58,56±0,41	66,91±0,72	55,05±0,32
IV	Сквер "Одесский"			61,33±0,44	67,60±0,67	55,61±0,13

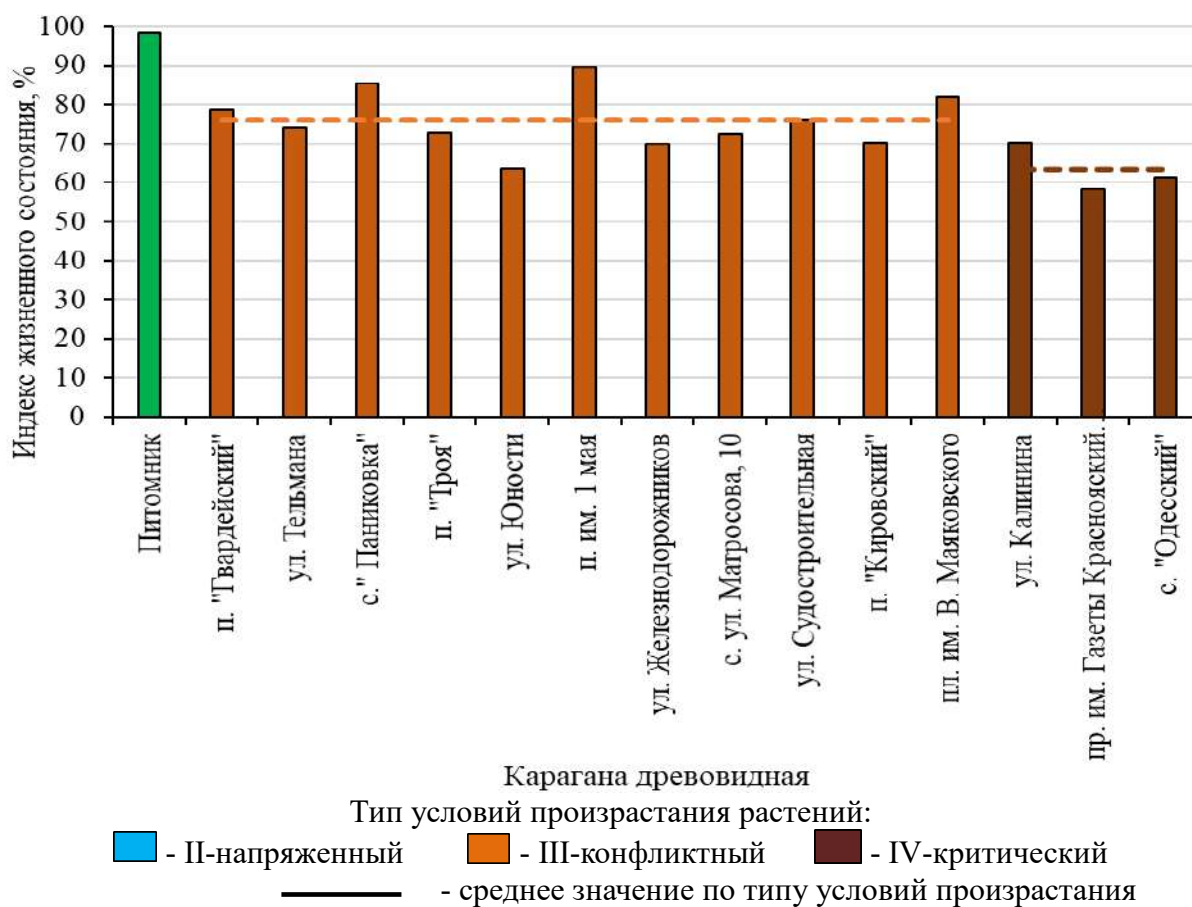
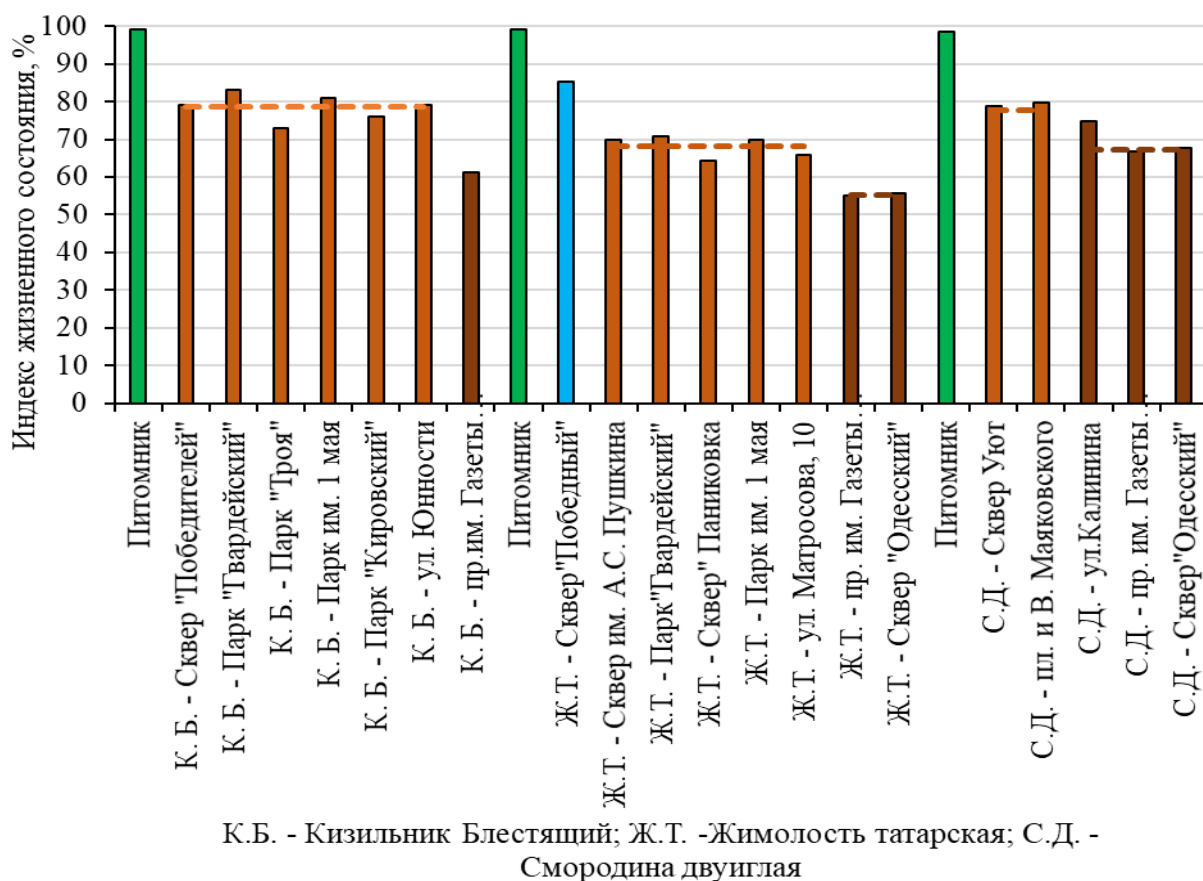


Рисунок 5.1 – Индекс жизненного состояния кустарников на объектах озеленения с различным уровнем техногенной нагрузки

Средние статистические показатели и уровень изменчивости показателя ИЖС кустарников по типам условий произрастания на объектах озеленения г. Красноярска, представлены в таблице 5.2. В таблице 5.3 показаны средние значения уменьшения индекса жизненности для каждой обобщённой группы в зависимости от уровня антропогенного воздействия среды, в которой они произрастают.

Таблица 5.2 – Статистические показатели ИЖС кустарников по типам условий произрастания на объектах озеленения г. Красноярска

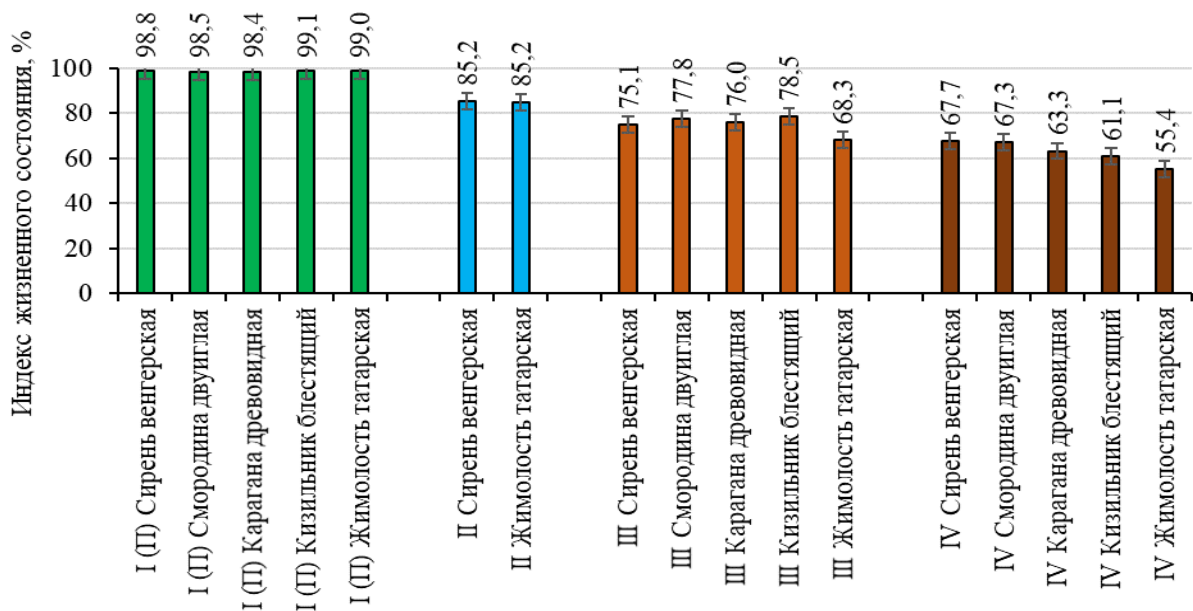
Тип условий произрастания	Среднее арифметическое значение	Максимальное значение	Минимальное значение	Стандартное отклонение	Ошибка среднего	Дисперсия	Коэффициент вариации	Точность опыта	Достоверность среднего значения
	$M, \text{ см}$	$M_{\text{max}}, \text{ см}$	$M_{\text{min}}, \text{ см}$	σ	$\pm m$	σ^2	$V, \%$	$P, \%$	$t_{0,5}$
Сирень венгерская									
I (II)	98,83	99,2	97,4	0,96	0,55	0,93	0,97	0,56	176,91
II	85,23	85,25	85,21	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	4261,5
III	75,14	83,51	69,35	4,45	1,28	19,80	6,96	1,72	58,09
IV	67,70	70,12	58,56	6,03	3,48	36,42	9,52	5,50	18,17
Смородина двуиглая									
I (II)	98,50	99,2	97,4	0,96	0,55	0,93	0,97	0,56	176,91
III	77,77	79,62	74,91	2,51	1,45	6,34	3,23	1,86	53,49
IV	67,26	67,6	66,9	0,49	0,35	0,245	0,73	0,52	192,14
Карагана древовидная									
I (II)	98,37	99,2	96,8	1,35	0,78	1,84	1,38	0,79	125,48
III	75,96	89,52	63,51	8,31	2,77	69,05	10,95	3,65	27,37
IV	63,34	70,12	58,56	6,03	3,48	36,42	9,52	5,50	18,17
Кизильник блестящий									
I (II)	99,07	99,2	98,9	0,15	0,08	0,02	0,15	0,08	1123,31
III	78,52	83,2	72,8	3,67	2,60	13,53	4,68	3,31	30,17
Жимолость татарская									
I (II)	99,03	99,8	98,2	0,81	0,46	0,64	0,81	0,46	213,85
III	68,32	70,9	64,25	2,92	2,06	8,55	4,28	3,03	32,99
IV	55,35	55,61	55,05	0,39	0,28	0,15	0,71	0,50	197,61
<p>Примечания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - уровень изменчивости признака (Мамаев, 1972): при значении коэффициента вариации: до 7% - очень низкий; 8 ... 12% - низкий; 13 ... 20 % - средний; 21 ... 30% - повышенный; 31 ... 40% - высокий; 40 % и более - очень высокий. - точность опыта: при $P > 5\%$ - низкая точность опыта; при $P < 5\%$ - точность допустима; при $P < 2\%$ - точность опыта высокая. - достоверность среднего значения: если $t_{\text{фак}} > t_{\text{табл}}$ ($t_{0,5} = 2,04$), то уровень достоверности результатов – высокий. 									

В ходе математической обработки были получены статистические значения показателей, отмечается низкая изменчивость показателей в обобщенных видовых выборках по условиям произрастания (максимальный коэффициент вариации составляет 11% для насаждений, произрастающих в конфликтных условиях). Наибольший разброс значений наблюдается в конфликтных условиях произрастания, в критических условиях изменчивость

признаков снижается, прослеживается подавление жизненного состояния растений, увеличивается количество «ослабленных» и «усыхающих» экземпляров, наименьший уровень изменчивости – в питомнике, практически все растения характеризуются как «здоровые». Размах диапазона минимальных и максимальных значений наибольший в выборках, соответствующих конфликтному состоянию среды и составляет до 17%, минимальный – в критических условиях произрастания.

Таблица 5.3 - Снижение индекса жизненного состояния относительно состояния растений в питомнике

Тип условий произрастания	Снижение индекса жизненного состояния / %. Вид кустарника				
	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Карагана древовидная	Кизильник блестящий	Жимолость татарская
II – напряженный	13,76	-	-	-	14,02
III – конфликтный	23,97	21,05	22,78	20,75	31,01
IV – критический	31,50	31,72	35,61	38,11	44,11



Тип условий произрастания: I (II) – удовлетворительный (питомник); II – напряженный; III – конфликтный; IV – критический

Рисунок 5.2 – Снижение Индекс жизненного состояния кустарников на объектах озеленения с различным уровнем техногенной нагрузки

С целью выявления влияния условий произрастания (типа условий произрастания по величине интегрального показателя) на жизненное состояние исследуемых кустарников, проведен дисперсионный анализ (Приложение Г; таблица 5.4.).

Таблица 5.4 - Результаты дисперсионного анализа влияния условий произрастания на жизненное состояние кустарников на объектах озеленения г. Красноярск

Индекс жизненного состояния	Тип условий произрастания	Вид кустарника	Значение критерия Фишера			Оценка достоверности
			расчетное	табличное		
				P =0,05	P=0,01	
	II, II, III, IV	сирень венгерская	206,93	4,1	7,6	+
	II - III		228,64	34,1	7,7	+
	III - IV		36,22	34,1	7,7	+
	II, II, III, IV	жимолость татарская	611,44	4,1	7,6	+
	II - III		374,80	4,8	9,8	+
	III - IV		113,14	34,1	7,7	+
	II, III, IV	карагана древовидная	225,73	4,8	9,8	+
	III - IV		4,62	34,1	7,7	-
	II, III, IV	смородина двуиглая	999,96	4,8	9,8	+
	III - IV		11,54	34,1	7,7	-
	II, III, IV	кизильник блестящий	4996,76	4,8	9,8	+
	III - IV		456,60	34,1	7,7	+

Тип условий произрастания: II – контроль/питомник, I – удовлетворительный, II – напряженный, III – конфликтный, IV- критический
«+» - различия влияние условий произрастания на жизненное состояние растений – достоверно
«-» - различия влияний условий произрастания на жизненное состояние растений – недостоверно

Результаты анализа ИЖС исследуемых видов кустарников показали, что:

- в зависимости от сложившихся экологических условий, исследуемые виды имеют различный внешний облик (габитус), отражающий жизненное состояние растений, которое в целом по городу оценивается от «здоровых» до «отмирающих», ИЖС варьирует от 99 до 55, закономерно снижаясь в критических условиях произрастания;

- на всех исследуемых объектах озеленения, расположенных в критических условиях состояния фитосреды, наименьшее снижение ИЖС относительно состояния растений, произрастающих в питомнике, установлено у сирени венгерской - 31,50 % и смородины двуиглой - 31,72 5%;

- максимальное снижение ИЖС в критических условиях произрастания наблюдается у жимолости татарской - 42 %;

- в напряженных условиях фитосреды - при слабых антропогенных нагрузках - нет достоверных различий по уровню снижения ИЖС у сирени венгерской 13,76% и 14,02% у жимолости татарской;

- в конфликтных условиях фитосреды - при средних антропогенных нагрузках - наименьшее снижение ИЖС отмечается у кизильника блестящего и смородины двуиглой, что на 10 %, меньше, чем у жимолости татарской.

Согласно результатам исследований, выявлено, что в специализированном питомнике жизненное состояние кустарниковых растений выше, чем на объектах городского озеленения, что обусловлено расположением питомника в экологически благоприятной пригородной зоне с удовлетворительными условиями окружающей среды. Кроме того, положительную роль играют различия в применяемых технологиях культивирования и обслуживания кустарников в питомнике, по сравнению с методами, используемыми на городских озелененных территориях (анализ технологий проведен в разделе «Объекты и методы исследования»). Вместе с тем, отмечено, что реакции изучаемых растений неодинаковы и определяются видовыми характеристиками.

- насаждения *сирени венгерской* достоверно объединились в три категории: первая группа представлена посадками, существующими в напряженных условиях, вторая – в конфликтных, а третья – в критических; выявлено, что с увеличением антропогенного влияния устойчивость (оцениваемая по индексу жизненного состояния) растений этого вида снижается в меньшей степени, чем у других изучаемых видов;

- *смородина двуиглая*, подобно сирени венгерской, демонстрирует наименьший спад индекса жизненного состояния (ИЖС) в сложных городских условиях (критический тип произрастания). Однако, в зонах со средней нагрузкой (конфликтные условия), показатели ИЖС у смородины оказываются выше, чем у сирени.

- что касается *караганы древовидной*, то у растений, растущих в условиях техногенного воздействия конфликтного и критического уровней, не выявлено существенных различий в их жизненном состоянии; но важно отметить, что

ухудшение их состояния заметно проявляется уже в конфликтных условиях;

- *кизильник блестящий*, используется в озеленении территорий с неблагоприятными (конфликтными) и экстремальными (критическими) условиями; данный вид демонстрирует минимальное снижение индекса жизненного состояния при умеренном антропогенном воздействии (напряженные условия произрастания), однако, его жизнеспособность значительно падает в крайне неблагоприятной фитосреде (критические условия).

- *жимолость татарская* в городских насаждениях встречается в трех типах условий: напряженный, конфликтный, критический. Выявлены три группы насаждений, различающиеся по степени влияния городской среды. Отмечается прямая взаимосвязь: с ростом техногенной нагрузки ухудшается жизненное состояние растений, их декоративные качества и санитарно-гигиенические функции. В экстремальных условиях (критический тип условий роста) для данного вида характерно максимальное снижение ИЖС.

Таким образом, исследуемые виды кустарников под воздействием антропогенных факторов городской среды по степени устойчивости по показателю индекса жизненного состояния (от наибольшего показателя ИЖС к наименьшему) расположились в следующем порядке (в скобках указан средний ИЖС для вида кустарника, произрастающего в данных условиях состояния урбосреды):

- в *напряженных* условиях фитосреды со слабыми антропогенными нагрузками - сирень венгерская (86,24) и жимолость татарская (85,98) не имеют существенных различий в снижении ИЖС;

- в *конфликтных* условиях фитосреды со средними антропогенными нагрузками - кизильник блестящий, смородина двуиглая (78,95) → карагана древовидная (77,22) → сирень венгерская (76,03) → жимолость татарская (68,99);

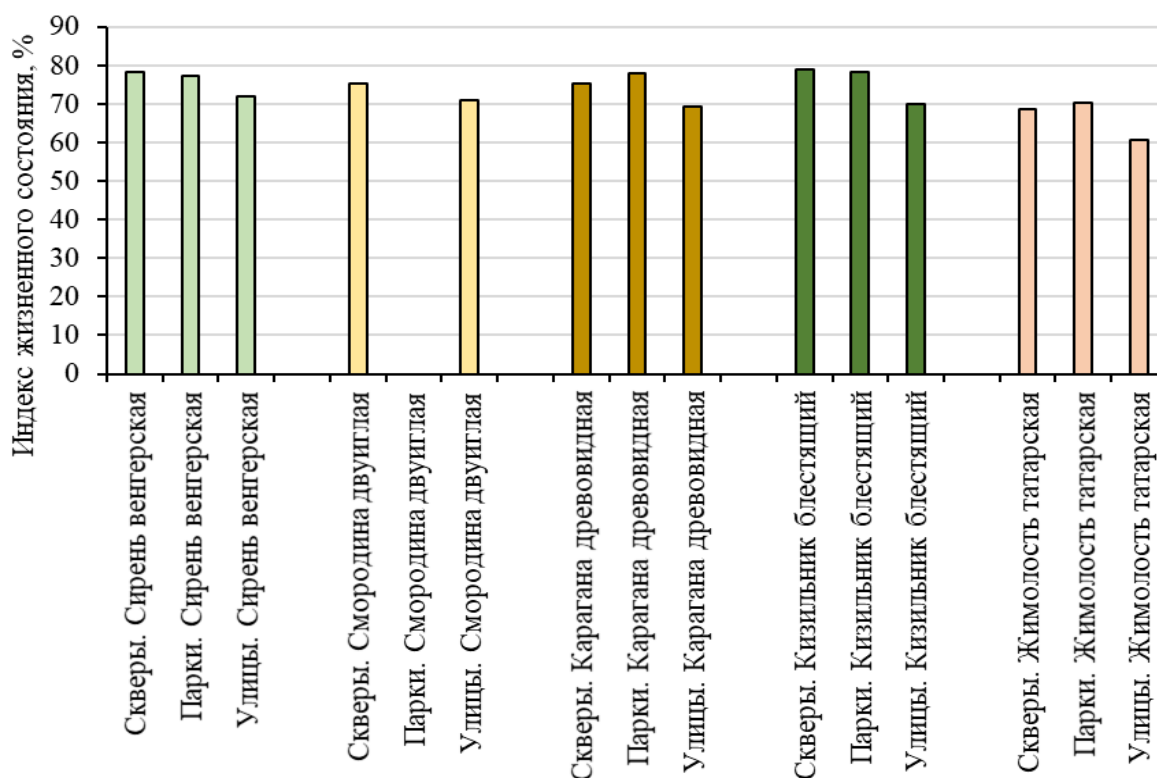
- в *критических* условиях фитосреды с максимальными антропогенными нагрузками - сирень венгерская (68,5), смородина двуиглая (68,28) → карагана древовидная (64,39) → кизильник блестящий (61,89) → жимолость татарская (55,89).

Следовательно, показатель жизненного состояния выступает в качестве чуткого индикатора, сигнализирующего о влиянии внешних условий на здоровье кустарниковых растений. На основании этого для объектов озеленения с различными уровнями антропогенных нагрузок необходимо рекомендовать растения наиболее устойчивые для сложившихся условий.

Исследуемые виды растений произрастают на различных типах объектов озеленения – парки, скверы, насаждения улиц и проспектов. Жизненный статус исследуемых видов кустарников на различных типах объектов озеленения г. Красноярска представлен в таблице 5.5 и рисунке 5.3.

Таблица 5.5 - Жизненный статус исследуемых видов кустарников на различных типах объектов озеленения г. Красноярска

Тип объекта озеленения	Вид кустарника / Индекс жизненного состояния				
	Сирень венгерская	Смородина двулиглая	Карагана древовидная	Кизильник блестящий	Жимолость татарская
Скверы	78,21	75,34	75,33	79,10	68,75
Парки	77,20	-	77,85	78,25	70,45
Насаждения улиц	71,89	70,91	69,33	70,06	60,52



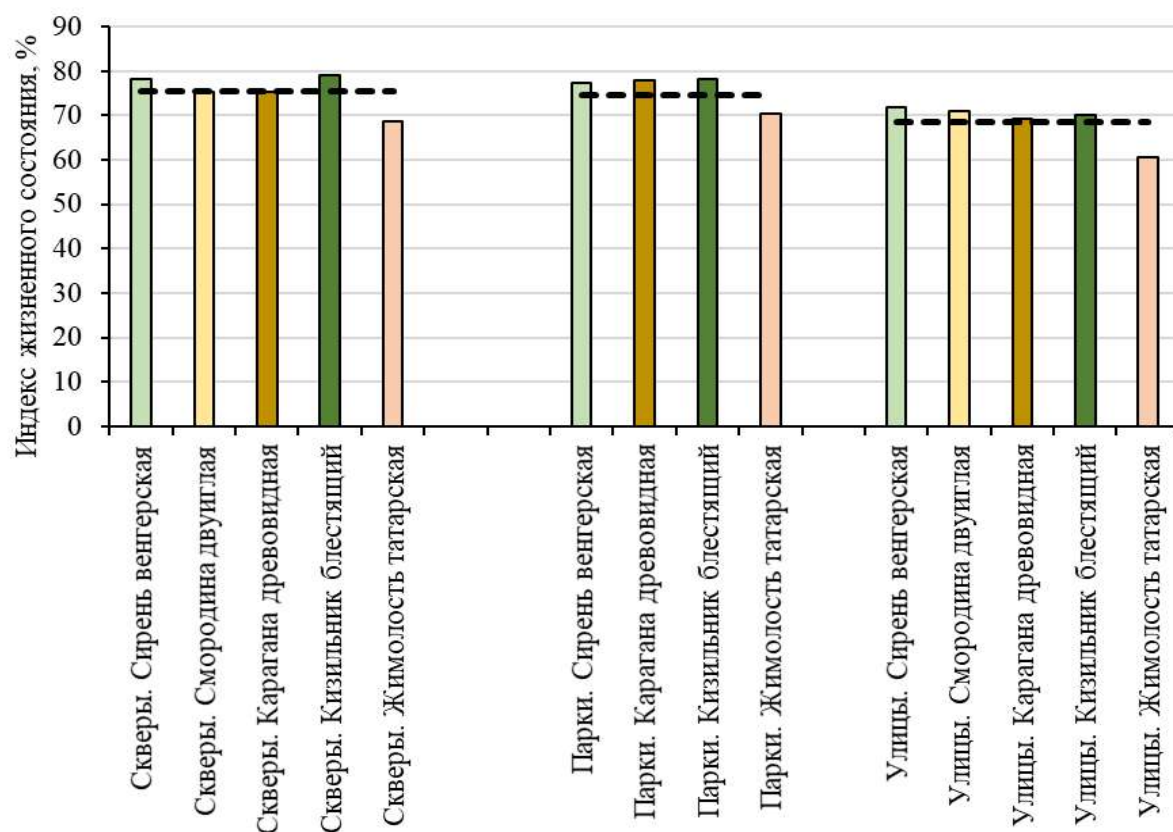


Рисунок 5.3 - Жизненный статус исследуемых видов кустарников на различных типах объектов озеленения г. Красноярск

Ряд типов объектов озеленения по убыванию значений ИЖС у исследуемых кустарников распределился следующим образом: парки → скверы → улицы и проспекты.

С целью оценки достоверности влияния типа объекта озеленения на жизненное состояние кустарников проведен дисперсионный анализ, результаты которого представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 - Результаты дисперсионного анализа влияния типа объекта озеленения на жизненное состояние кустарников

Тип объекта озеленения	Вид кустарника	Расчетное значение критерия Фишера	Оценка достоверности различий
Скверы - парки	сирень венгерская	0,073	-
Парки - улицы		0,63	-
Скверы - улицы		1,04	-
Скверы - парки	карагана древовидная	0,16	-
Парки - улицы		7,22	+
Скверы - улицы		2,34	-
Скверы - улицы	Смородина двуиглая	4,36	-
Скверы - парки	кизильник блестящий	0,02	-
Парки - улицы		10,37	+
Скверы - улицы		10,07	+
Скверы - парки	жимолость татарская	0,14	-
Парки - улицы		7,98	+
Скверы - улицы		7,54	+
Табличное значение критерия Фишера: при $P = 0,05$ $t_{\text{табл.}} = 7,7$; при $P = 0,01$ $t_{\text{табл.}} = 34,1$. «+» - различие влияний условий произрастания на жизненное состояние растений - достоверно «-» - различие влияний условий произрастания на жизненное состояние растений - достоверно			

В ходе исследования установлено, что:

- достоверных различий между ИЖС у кустарников в скверах и парках не установлено;

- между ИЖС у кустарников, произрастающих в скверах и на улицах – достоверные различия установлены только у кизильника блестящего и жимолости татарской;

- между ИЖС у растений, произрастающих в парках и на улицах – у караганы древовидной, кизильника блестящего, жимолости татарской – установлены достоверные различия;

- у сирени венгерской между ИЖС на обследуемых типах объектов озеленения нет достоверных различий.

В ходе формирования экологических паспортов объектов озеленения

определялся показатель, характеризующий пространственную форму объекта (ИПФО) и ее влияние на создание комфортных условий для отдыха населения и произрастания растений (глава 2). Наибольшее количество кустарников всех видов произрастает в конфликтных условиях фитосреды. На основании этого нами проведены статистические исследования и установлены корреляционные (таблица 5.7) и регрессионные взаимосвязи между жизненным состоянием растений и пространственной формой объекта озеленения, параметры и коэффициенты уравнений представлены в Приложении Д.

Таблица 5.7 - Результаты корреляционного анализа между показателями жизненного состояния растений и пространственной формой объекта озеленения

Коэффициенты	Вид кустарника / теснота линейной связи между признаками				
	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Карагана древовидная	Кизильник блестящий	Жимолость татарская
r	-0,651	-0,623	-0,7102	-0,885	-0,749
Степень связи	значительная	значительная	сильная	сильная	сильная
R^2	0,4228	0,3881	0,5044	0,783	0,561
r – коэффициент корреляции, R^2 - коэффициент детерминации, $P < 0,05$; «-» - обратная связь между признаками					

На основании полученных данных между показателями жизненного состояния растений и пространственной формой объекта озеленения установлены отрицательные корреляционные связи от значительной - для сирени венгерской и смородины двуиглой до сильной – для караганы древовидной, кизильника блестящего, жимолости татарской, т.е. чем выше индекс пространственной формы объекта (который наблюдается у линейных объектов или объектов с сильно изрезанной формой), тем ниже индекс жизненного состояния растений. Таким образом, установлено, что пространственные характеристики объектов озеленения влияют на состояние древесных растений.

Таким образом, индекс пространственной формы объекта озеленения, рассчитанный на стадии проектирования, в совокупности с показателями состояния фитосреды, позволит прогнозировать изменение жизненного состояния растений, а также уровень рекреационной комфортности для посетителей. Необходимо отметить, что при площади объектов озеленения более

3 га (в основном это парки) и конфигурации объекта озеленения с ИПФО до 2, прослеживается динамика увеличения ИЖС растений, т.е. в равнозначных экологических и технологических условиях ИЖС растений будет выше на тех объектах, у которых пространственная форма данных объектов является экологически эффективной, что способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории. При ИПФО более 3 – пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений, на данных объектах снижение устойчивости зеленых насаждений происходит из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило, это узкая линейная или изрезанный периметр объекта).

5.2 Оценка устойчивости кустарников по показателю влагоудерживающей способности побегов

В условиях городской среды, растения сталкиваются со значительными трудностями в развитии адаптивных свойств, особенно по сравнению с растениями, произрастающими в естественных условиях. Им требуется в короткое время сформировать стратегии для поддержания жизнеспособности. Тем не менее, отдельные виды растений, обладая уникальными морфологическими и физиологическими характеристиками, проявляют повышенную толерантность к негативному влиянию городских факторов [Кулагин, 1974, 1985; 2008; Горышина, 1991; Неверова, 2001, 2003, Лисотова, 2022].

Изменения в анатомическом и морфологическом строении ассимиляционного аппарата растений в городских условиях отражают их адаптацию к окружающей среде. Устойчивые виды растений проявляют утолщение внешних слоев листа, уменьшение воздушности губчатой паренхимы из-за более плотной организации внутренних тканей, а также увеличение

плотности устьиц на поверхности листа, сопровождающееся уменьшением степени открытия устьичных щелей [Сергейчик, 1984; 1988; Чернышенко, 1996, 2002, 2012, 2018].

Способность клеток противостоять дегидратации – важный фактор, определяющий устойчивость растений к неблагоприятным условиям окружающей среды. Исследования демонстрируют [Хмелевская, 2008], что у растений, адаптированных к городской среде, наблюдается повышение уровня связанной воды и увеличение способности листьев удерживать влагу. Это указывает на их повышенную устойчивость к негативным факторам городской среды [Тарабрин, 1980; Гриненко, 1971; Хмелевская, 2008; Лисотова, 2022]. Следовательно, одним из механизмов адаптации растений к дефициту воды является увеличение доли связанной воды, что приводит к большей упорядоченности внутриклеточной воды.

В регуляции водного баланса растений важную роль играют процессы удержания влаги, которые зависят от концентрации осмотически активных веществ в клетках и способности коллоидов к набуханию. Эффективность удержания влаги в клетках варьируется в зависимости от условий, в которых произрастают растения. В частности, большое влияние оказывают условия питания. При оптимальных условиях влагоудерживающая способность возрастает, водоотдача за 30 мин составляет лишь 4 - 6% от исходной величины [Хмелевская, 2008].

Урбанизированная среда имеет свои особенности климатических и антропогенных факторов, влияющих на рост и развитие растительности. Их учет уже на стадии проектирования, а также специфику адаптации растений к комплексу городской среды, позволит прогнозировать состояние древесных растений, определить направления оптимизации городских насаждений.

Одним из ключевых параметров водного баланса растений, отражающих их сопротивляемость к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, выступает *влагоудерживающая способность*, которая представляет собой устойчивость клеток к потере воды, что позволяет растениям выживать и

приспосабливаться к неблагоприятным факторам городской среды. На основании этого нами проведены исследования влагоудерживающей способности кустарников, произрастающих в питомнике (контрольный участок, растения находятся в одинаковых условиях в чистой пригородной зоне г. Красноярска) и на объектах озеленения с различным уровнем техногенной нагрузки. На рисунках 5.4 и 5.5 представлены графики, отражающие снижение веса побегов относительно первоначальных значений в момент их срезки.

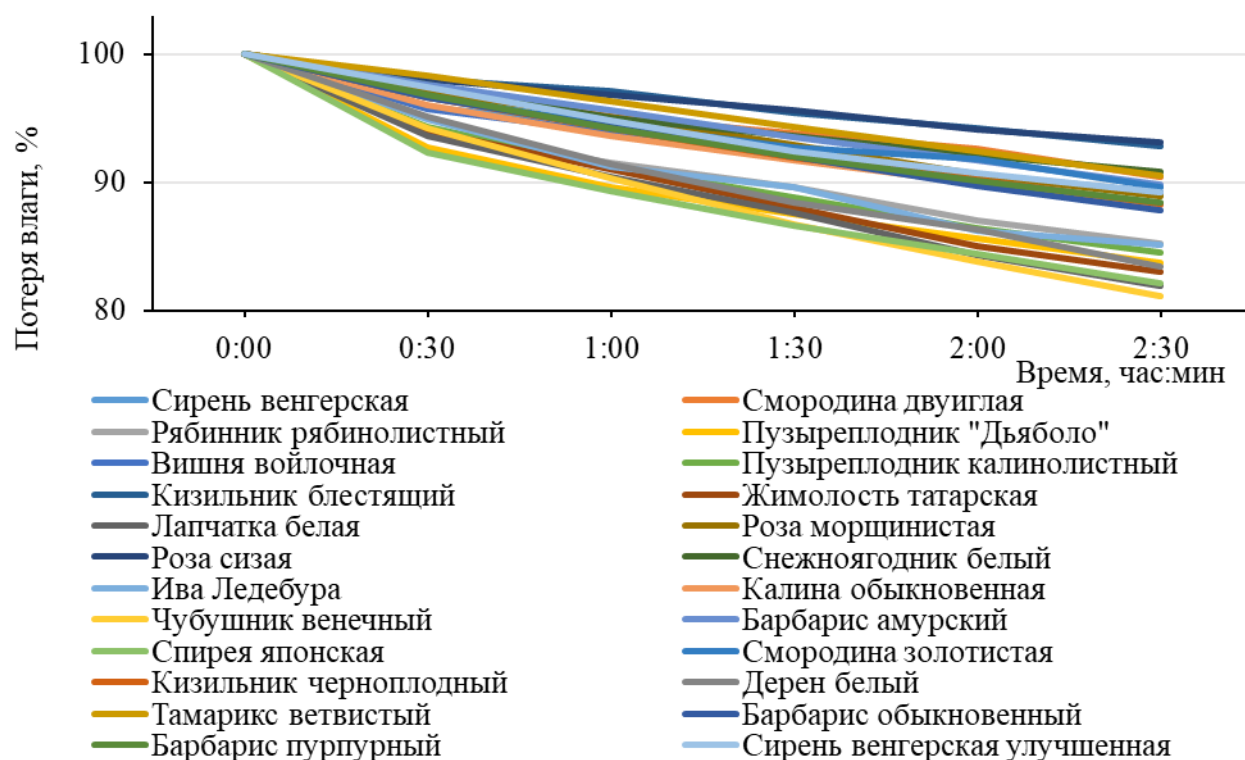


Рисунок 5.4 – Влагоудерживающая способность кустарников, произрастающих в питомнике

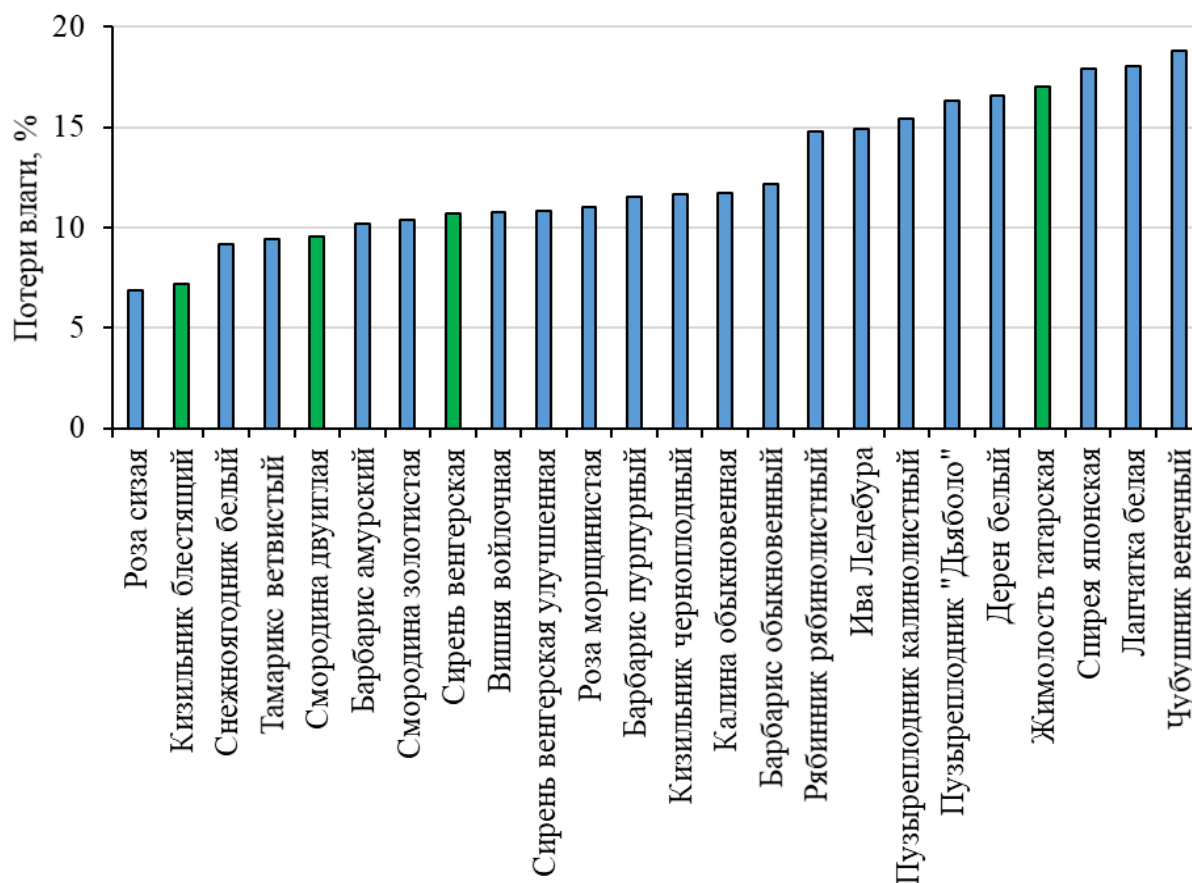


Рисунок 5.5 – Распределение видов по влагоудерживающей способности кустарников (питомник)

Результаты исследования показали, что:

- через 2,5 часа после срезки растений исследуемые виды достоверно разделились на две группы со снижением показателя до 14% и более 15%; данное разделение начало проявляться через один час после начала проведения эксперимента;

- максимальное снижение наблюдается у чубушника венечного и составляет 18,8%;

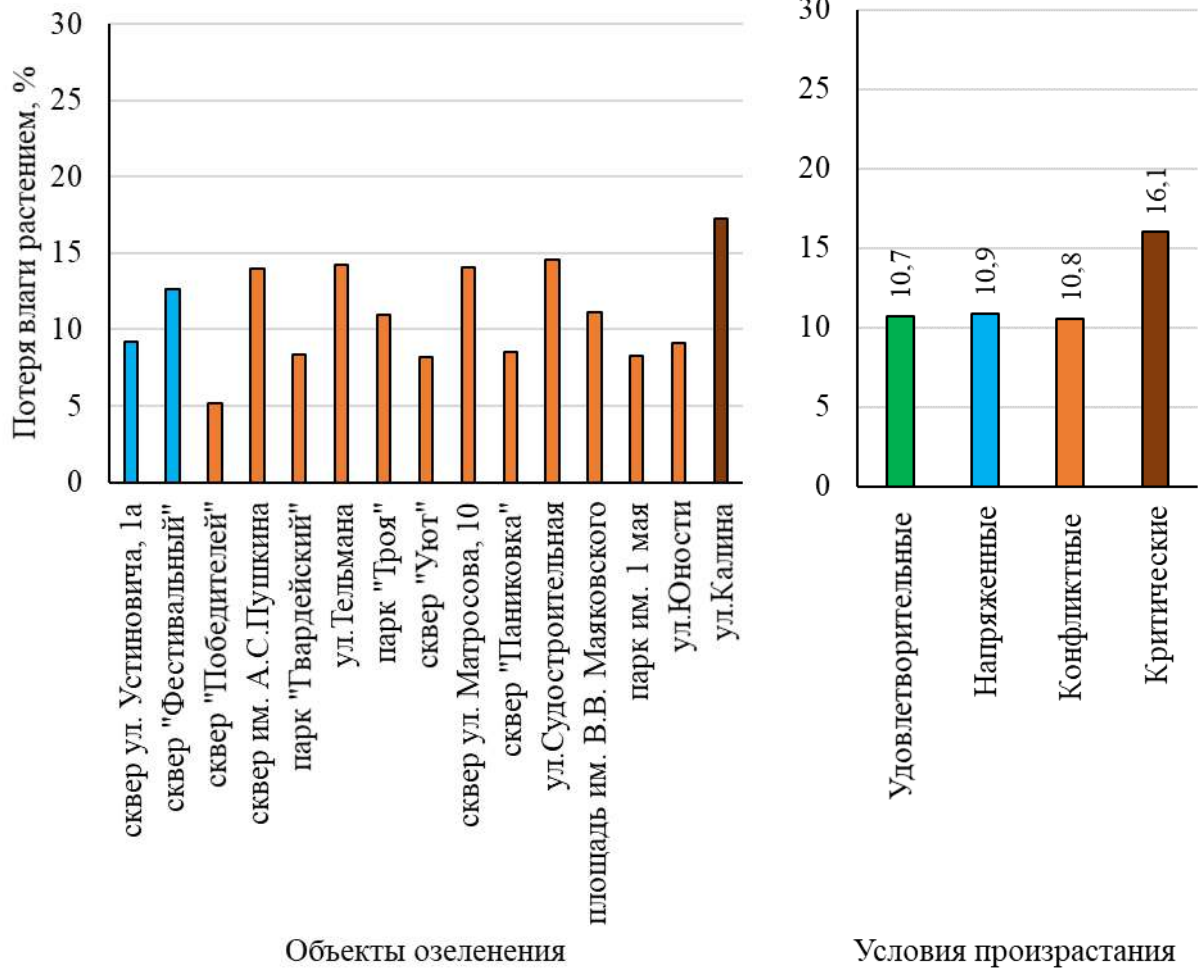
- минимальное - у розы сизой – 6,9 и кизильника блестящего – 7,2%;

- сирень венгерская (10,7%) и смородина двуиглая (9,5%) вошли в первую группу;

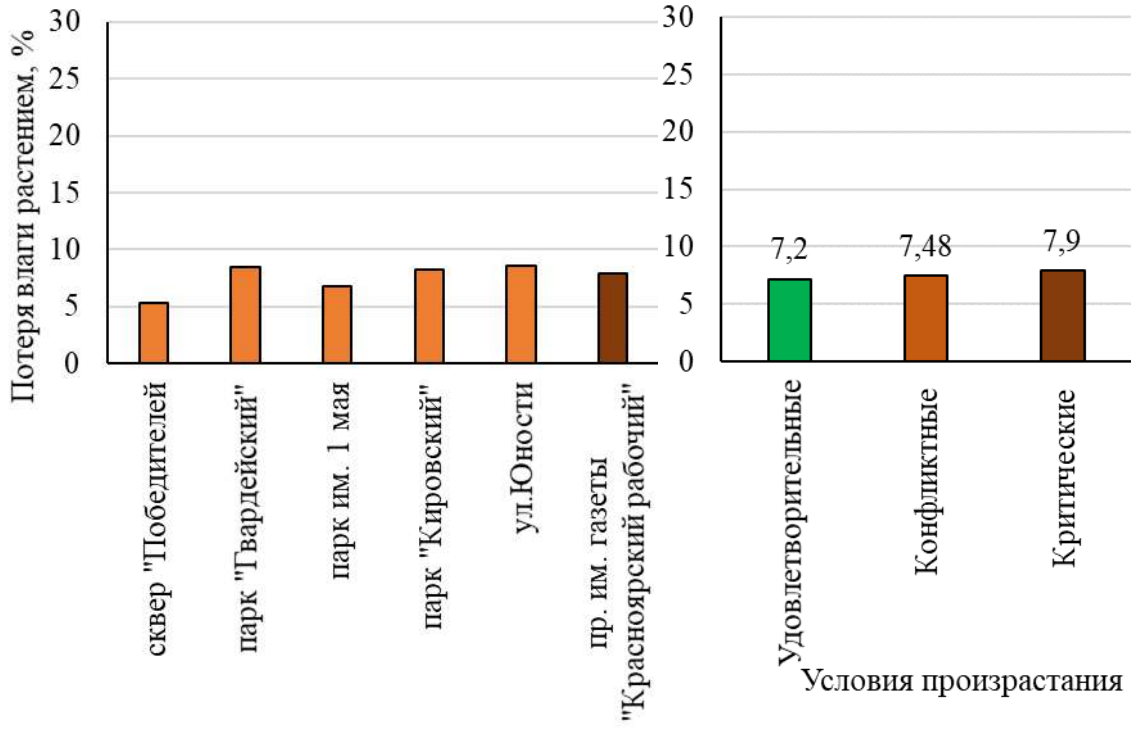
- жимолость татарская – во вторую – 17 %.

Для исследуемых видов кустарников проведено изучение влияния воздействий факторов городской среды – на объектах городского озеленения с

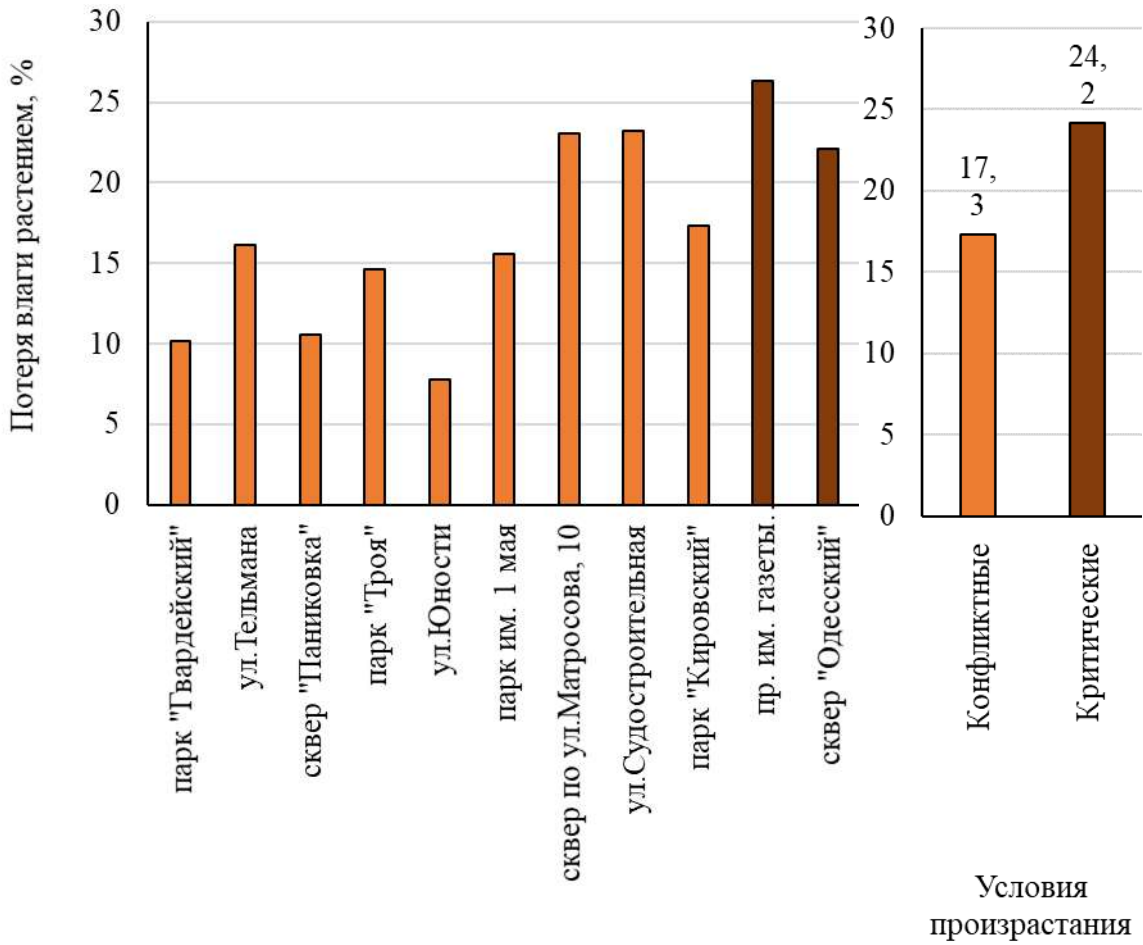
различным уровнем техногенной нагрузки – на их влагоудерживающую способность. На рисунках 5.6 представлены графики, отражающие снижение веса побегов относительно первоначальных значений в момент их срезки на городских объектах озеленения, Показатели влагоудерживающей способности кустарников на объектах озеленения г. Красноярска представлен в таблице 5.8, 5.9.



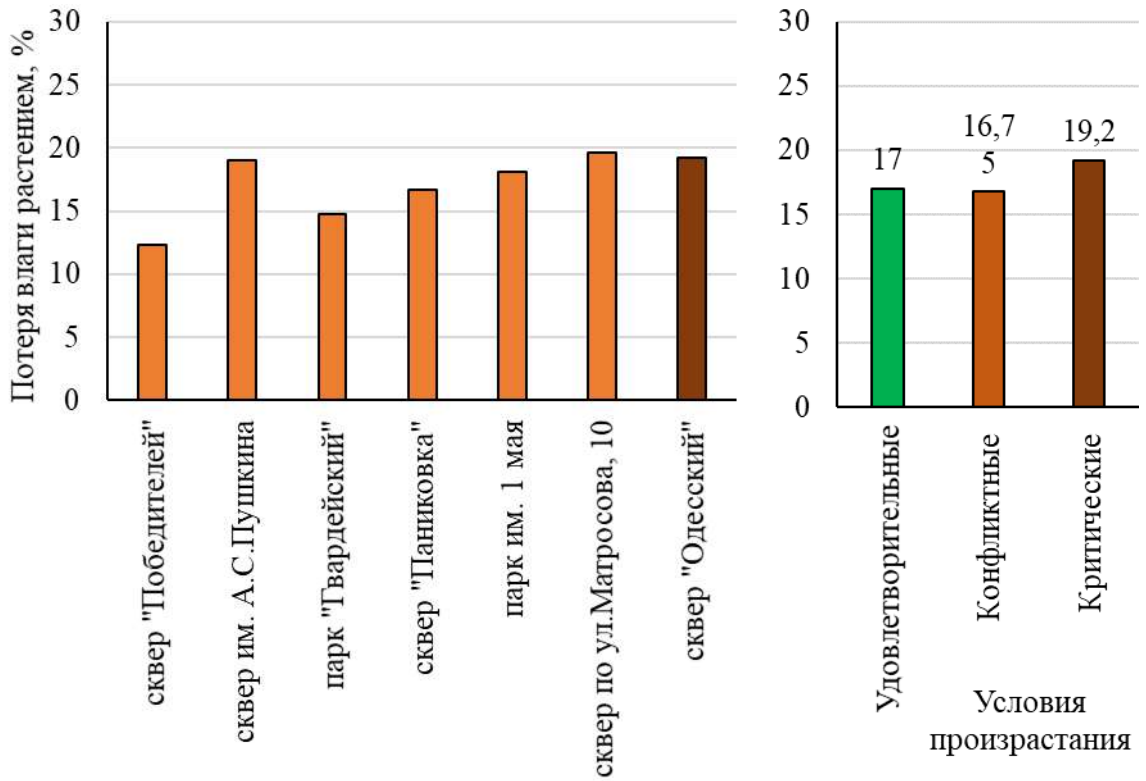
а - сирень венгерская



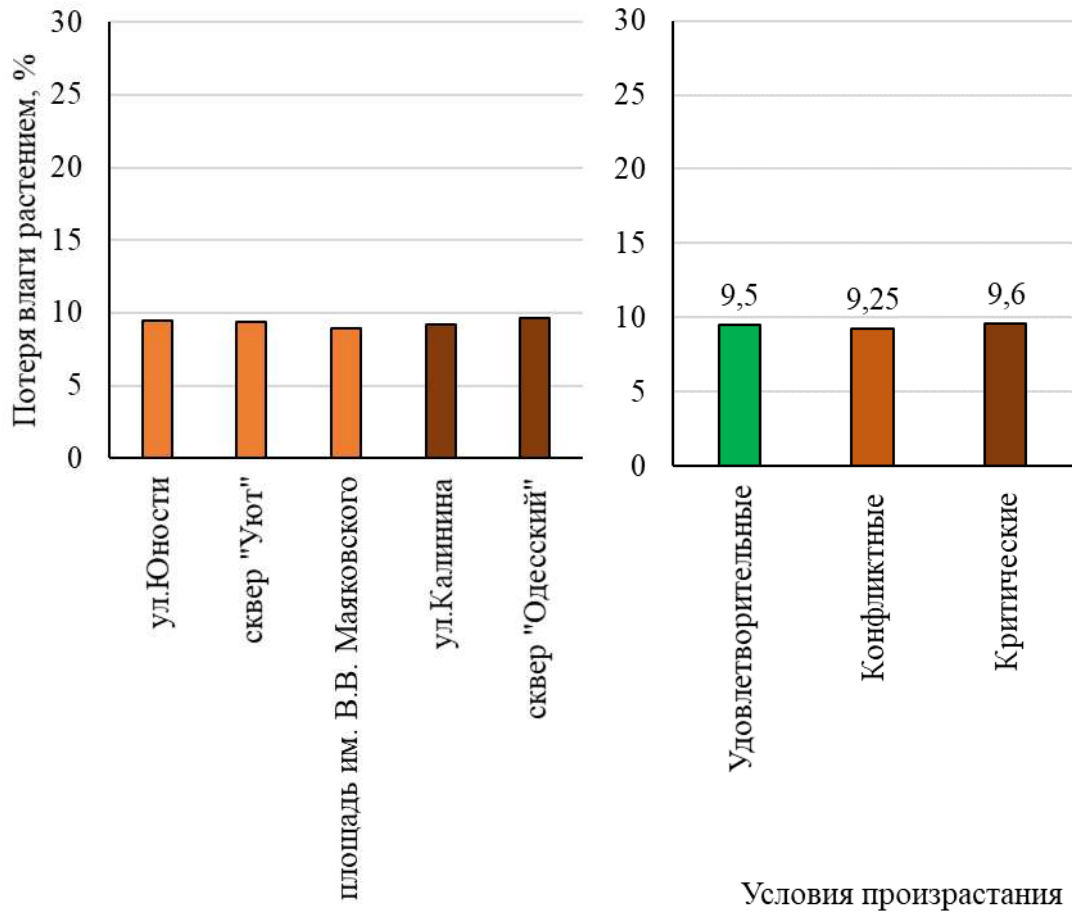
б - кизильник блестящий



в - карагана древовидная



г - жимлозь татарская



д - смородина двуиглая

Рисунок 5.6 – Влагодерживающая способность кустарников в зависимости от условий произрастания

Таблица 5.8 – Показатели влагоудерживающей способности кустарников на объектах озеленения г. Красноярска

Тип условий произрастания /Объекты озеленения		Вид растения. Средние значения на объекте				
		сирень венгерская	кизильник блестящий	карагана древовидная	смородина двуиглая	жимолость татарская
		Индекс жизненного состояния				
I	Питомник	98,83±0,55	99,07±0,08	98,37±0,78	98,5±0,55	99,03±0,46
II	Сквер ул. Устиновича	83,25±0,01				
II	Сквер "Фестивальный"	85,21±0,03				85,14±2,16
III	Сквер "Победителей"	71,25±1,34	79,01±2,81			
III	Сквер им. А.С. Пушкина	85,04±2,08				70,01±2,14
III	Парк "Гвардейский"	73,75±0,96	83,21±2,31	78,65±1,12		70,90±2,02
III	Парк "Кировский"		76,10±2,48	70,32±2,19		
III	Ул. Тельмана	73,02±1,14		74,24±2,16		
III	Парк "Троя"	72,75±1,25	72,8±12,45	72,91±1,45		
III	Ул. "Железнодорожников"	74,20±1,22		70,06±0,74		
III	Сквер "Уют"	71,53±1,64			78,81±1,48	
III	Сквер на ул. Железнодорожников, 19	80,54±1,28				
III	Сквер на ул. Матросова	79,02±1,22		72,52±1,31		66,05±2,55
III	Сквер "Паниковка"	71,00±0,81		85,31±1,44		64,25±1,32
III	Ул. Судостроительная	69,35±1,35		76,28±2,23		
III	Площадь им. В. Маяковского	77,01±1,39		82,16±2,58	79,62±1,27	
III	Парк им. 1 мая	70,01±1,31	81,11±1,38	89,52±1,32		70,12±1,89
III	Ул. Юности	83,51±1,29	79,02±4,76	63,51±2,11		
IV	Ул. Калинина	69,53±3,61		70,12±0,12	74,91±0,31	
IV	Пр. Мира	67,12±4,29				
IV	Пр. им. Газеты "Красноярский рабочий"	66,53±3,32	61,12±3,35	58,56±0,41	66,91±0,72	55,05±0,32
IV	Сквер "Одесский"			61,33±0,44	67,60±0,67	55,61±0,13

Статистические показатели влагоудерживающей способности кустарников по типам условий произрастания на объектах озеленения г. Красноярска представлены в таблице 5.9.

Таблица 5.9 – Потери влаги кустарниками в различных условиях произрастания. Потери влаги кустарниками относительно потерь в питомнике

Тип условий произрастания	Потери влаги кустарниками в различных условиях произрастания, %				
	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Карагана древовидная	Кизильник блестящий	Жимолость татарская
Удовлетворительный (питомник)	10,7	9,5	-	7,2	17,0
напряженный	10,9	-	-	-	-
конфликтный	10,8	9,25	17,3	7,48	16,75
критический	16,1	9,6	24,2	7,9	19,2
Тип условий произрастания	Потери влаги кустарниками относительно потерь в питомнике, %				
	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Карагана древовидная	Кизильник блестящий	Жимолость татарская
напряженный	1,87	-	-	-	-
конфликтный	0,95	2,63	-	3,86	1,4
критический	50,47	1,05	-	9,72	12,95

В результате проведенных исследований влияния антропогенных воздействий урбанизированной среды на изменение влагоудерживающей способности кустарников на объектах озеленения с различным уровнем нагрузки установлено, что динамика влагоудерживающей способности имеет видовые особенности:

- данные виды кустарников по степени устойчивости в благоприятных условиях распределены в следующем порядке: кизильник блестящий → смородина двуиглая → сирень венгерская → жимолость татарская;

- наименьшие потери влаги в питомнике (где растения находятся в одинаковых условиях по технологии выращивания) наблюдаются у кизильника блестящего – 7,2 %, что в 2,5 раза меньше, чем у жимолости татарской (17,0%);

- наименьший уровень изменчивости признака прослеживается у смородины двуиглой при всех уровнях антропогенной нагрузки, варьирование признака до 3%;

- в напряженных и конфликтных условиях среды изменчивость признаков

не превышает 4%, при этом в критических условиях потери влаги значительно увеличиваются;

- у сирени венгерской в критических условиях городской среды прослеживаются наибольшие потери влаги до 50% относительно снижения влаги у растений в питомнике, что обусловлено крупными листьями с плотной структурой.

Выводы

1. В результате проведенных исследований установлено, что индекс жизненного состояния является чувствительным маркером, отражающим уровень воздействия окружающей среды на состояние кустарников. Исследуемые виды кустарников под воздействием антропогенных факторов городской среды по степени устойчивости по показателю индекса жизненного состояния (от наименьшего снижения ИЖС к наибольшему) расположились в следующем порядке:

- в *напряженных* условиях состояния фитосреды со слабыми антропогенными нагрузками - сирень венгерская (86,24) и жимолость татарская (85,98) не имеют существенных различий в снижении ИЖС;

- в *конфликтных* условиях состояния фитосреды со средними антропогенными нагрузками - кизильник блестящий, смородина двуиглая (78,95) → карагана древовидная (77,22) → сирень венгерская (76,03) → жимолость татарская (68,99);

- в *критических* условиях состояния фитосреды с максимальными антропогенными нагрузками - сирень венгерская (68,5), смородина двуиглая (68,28) → карагана древовидная (64,39) → кизильник блестящий (61,89) → жимолость татарская (55,89).

2. Ряд типов объектов озеленения по их влиянию на жизненное состояние кустарников (по убыванию значений ИЖС у исследуемых кустарников) распределился следующим образом: парки, скверы → и улицы (проспекты).

3. На основании полученных данных между показателями жизненного

состояния растений и пространственной формой объекта озеленения установлены отрицательные корреляционные связи от значительной - для сирени венгерской (-0,65) и смородины двуиглой (-0,63) до сильной – для караганы древовидной (-0,71), кизильника блестящего (-0,88), жимолости татарской (-0,75), т.е. чем выше индекс пространственной формы объекта (который наблюдается у линейных объектов или объектов с сильно изрезанной формой), тем ниже индекс жизненного состояния растений. Таким образом, установлено, что пространственные характеристики объектов озеленения способствуют увеличению/снижению качества древесных растений.

На основании проведенных исследований для объектов озеленения с различными уровнями антропогенных нагрузок и конфигурацией объекта озеленения необходимо рекомендовать растения наиболее устойчивые для сложившихся условий.

4. Реакции исследуемых видов растений на воздействия антропогенных факторов урбанизированной среды на изменение влагоудерживающей способности на объектах озеленения с различным уровнем нагрузки различны и имеют видовые особенности: данные виды по степени устойчивости в благоприятных условиях распределены в следующем порядке: кизильник блестящий → смородина двуиглая → сирень венгерская → жимолость татарская. Наименьший уровень изменчивости признака прослеживается у смородины двуиглой при всех уровнях антропогенной нагрузки, варьирование признака составляет до 3%; у сирени венгерской в критических условиях городской среды прослеживаются наибольшие потери влаги до 50% относительно снижения влаги в питомнике, что обусловлено крупными листьями с их плотной структурой.

6 ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ КУСТАРНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

6.1 Сравнительный анализ эколого-биологических свойств

Создание долговечных и эстетичных насаждений зависит от ряда морфологических параметров кустарников, которые определяют их способность к быстрому росту, густому ветвлению и сохранению привлекательного внешнего вида. Анализ литературных источников [Колесников, 1974; Абрашкина, 2016; Кулагин, 2021; Токарева, 2018; Сродных и др.] и рекогносцировочное обследование объектов озеленения г. Красноярска показали, что ключевыми характеристиками, которые необходимо учитывать при выборе вида кустарника для создания эффективно функционирующих насаждений являются: *габитус* (природная форма кроны взрослого растения); *размеры взрослого растения* (высота и ширина); *скорость роста*; *густота кроны* (густота ветвления, тип и расположение почек и листьев); *способность к восстановлению после обрезки* (вегетативная активность). Эколого-биологические свойства исследуемых видов кустарников: сирень венгерская, кизильник блестящий, карагана древовидная, смородина двуиглая представлены в Приложении Е.

Данные виды кустарников обладают различными требованиями к условиям среды, что обуславливает особенности их роста и делает их подходящими для определенных целей в озеленении. Кизильник блестящий – единственный из исследуемых растений, является теневыносливым видом, для караганы древовидной подойдут для сухие и солнечные места, сирень венгерская и жимолость татарская предпочитают солнце и умеренную влажность, а смородина двуиглая нуждается во влажной почве и солнечной экспозиции. Все кустарники имеют и сильные стороны, и ограничения, соответственно, правильный подбор видов для сложившихся условий позволит добиться успеха при озеленении различных городских территорий.

Основываясь на биологических характеристиках и природных особенностях исследуемых видов кустарников, с целью определения их потенциала в создании живых изгородей, а также их места в различных типах объектов озеленения, проведен сравнительный анализ по выше представленным характеристикам.

1. **Габитус (природная форма кроны взрослого растения)** – для создания живых изгородей важно учитывать естественную форму кроны кустарников, так как это может способствовать или препятствовать созданию определенного типа живой изгороди, что позволит избежать серьезных проблем при ее формировании и дальнейшей эксплуатации. Особенности габитуса (природной формы кроны взрослого растения) исследуемых видов кустарников представлены в таблице 6.1.

Таким образом, каждый из данных кустарников имеет свои видовые особенности природной формы кроны, которые необходимо учитывать при формировании живых изгородей. Наиболее существенными **недостатками** для создания плотных живых изгородей являются рыхлость кроны сирени венгерской, неравномерное ветвление *смородины двуиглой* и оголение стволиков кроны *караганы древовидной*. Данные растения обладает и уникальными **преимуществами**, которые делают их важными для создания стриженных живых изгородей: *кизильник блестящий* выделяется компактной и плотной кроной; *сирень венгерская* и *жимолист татарская* отличаются быстрым ростом и декоративными качествами; *смородина двуиглая* адаптируется к различным условиям, выделяется осенним окрасом; *карагана древовидная* обладает высокой устойчивостью и прямыми ветвями.

Наиболее рациональной формой кроны для создания плотных живых изгородей обладает *кизильник блестящий* - его компактная и плотная крона легко поддается формированию и стрижке, обеспечивая высокую степень плотности и аккуратности изгороди и *смородина двуиглая*, хотя и требует более частой обрезки для поддержания плотности насаждения.

Таблица 6.1 – Особенности природных форм крон исследуемых видов

Вид кустарника. Особенности кроны	
Кизильник блестящий	
	Округло-пирамидальная, довольно компактная и плотная. Листья расположены близко друг к другу, создавая густую массу зелени. Благодаря такой структуре, кизильник идеально подходит для создания плотных живых изгородей. Его крона легко поддается стрижке и формированию, сохраняя четкую линию и плотную структуру даже при минимальной обрезке.
Сирень венгерская	
	Раскидистая, с длинными ветвями, отходящими от основного ствола. Данная форма придает растению декоративный вид, не рациональна для создания плотных живых изгородей. Ветви сирени часто растут неравномерно, что затрудняет формирование ровного края изгороди. Кроме того, после цветения сирень теряет значительную часть своей декоративной привлекательности, и изгородь может выглядеть менее аккуратно.
Жимолость татарская	
	Раскидистая, слегка неправильной формы кроны. Ветви растения склонны расти в разные стороны, что может усложнить процесс формирования равномерной изгороди. Несмотря на то, что жимолость быстро растет и образует густые заросли, её естественная форма кроны не всегда обеспечивает необходимую плотность и однородность необходимую для создания живой изгороди.
Смородина двуиглая	
	Рыхлая, немного неровная форма кроны. Ветви растения растут в разных направлениях, что делает её менее удобной для создания строго сформированных изгородей. Однако, благодаря густой листве и обилию ягод, смородина может создавать достаточно плотную зеленую массу, при этом для достижения высокой степени плотности потребуется регулярная и тщательная обрезка.
Карагана древовидная	
	Пирамидальная или овально-пирамидальная форма кроны, которая относительно компактна и симметрична, эта структура позволяет формировать плотные живые изгороди с четкими контурами. Ветви караганы растут равномерно, что облегчает поддержание ровной линии изгороди. Природная форма кроны этого растения вполне соответствует требованиям для создания качественных живых изгородей, при этом в тени имеет склонность к оголению нижней части стволиков.

Менее пригодными для создания плотных живых изгородей являются *сирень венгерская* и *жимолость татарская*, поскольку их естественные формы кроны обладают низкой плотностью и равномерностью, что усложняет процесс формирования изгороди; *жимолость татарская* и *карагана древовидная*

склонны к оголению нижней частей стволиков, что снижает их средозащитный потенциал.

Размеры взрослого растения (высота и ширина) - играют важную роль в эффективности заполнения пространства и создания плотного зеленого барьера. Средние размеры исследуемых растений, по данным литературных источников, представлены в таблице 6.2 [Колесников, 1974].

Таблица 6.2 – Средние размеры взрослых растений исследуемых видов

Вид кустарника	Высота, м	Ширина, м
Кизильник блестящий	1,5 – 2,0	1,5 – 2,0
Сирень венгерская	2,0 – 4,0	2,0 – 4,0
Жимолость татарская	2,0 – 3,0	2,0 – 3,0
Смородина двуиглая	1,0 – 2,0	1,0 – 1,5
Карагана древовидная	3,0 – 5,0	2,0 – 3,0

Анализ высоты и ширины взрослых растений исследуемых видов кустарников, позволил выявить важные различия в их морфологических параметрах, которые необходимо учитывать при проектировании и формировании живой изгороди.

Кизильник блестящий и *смородина двуиглая* представляют собой кустарники средней высоты (до 1,5 - 2 м) с шириной кроны 1,5 – 2,5 м. Эти растения отлично подходят для создания невысоких, плотных и аккуратно оформленных живых изгородей, особенно в случаях, когда требуется четкий контур и ограниченная высота. Их компактная и симметричная крона позволяет легко контролировать форму и размер изгороди, делая их идеальными для использования в городских ландшафтах и небольших садовых участках.

Сирень венгерская и *жимолость татарская*, достигающие высоты 2-4 м, обладают возможностью создания более высоких и объемных живых изгородей. Широкая крона данных видов кустарников (2 – 3 м) способна обеспечить защиту от ветра и пыли, а также может служить эффективным средством для разграничения пространств в больших садах и парках. Хотя их крона может быть несколько асимметрична, быстрое ветвление и активный рост

помогают компенсировать данную особенность, заполняя пространство и создавая плотный зеленый барьер.

Карагана древовидная, способна достигать высоты 3 – 5 м, обладает и широкой кроной (2 - 3 м). Этот кустарник является одним из наиболее высокорослых в представленном списке и прекрасно подходит для создания высоких живых изгородей, ветрозащитных полос и экранирования участков от посторонних глаз. Несмотря на возможную асимметрию кроны, крупная структура растения и активное ветвление делают его надежным выбором для масштабных проектов озеленения, желательно для ярко освещенных территорий.

Скорость роста - это характеристика, отражающая скорость достижения растением взрослых размеров. По скорости прироста кустарники подразделяются на три группы: быстрорастущие – от 30 см в год; среднерастущие – 15 - 30 см в год; медленнорастущие – до 15 см в год. При этом скорость роста является условной характеристикой, так как она может отличаться в разные периоды онтогенеза. Так в первые годы растение растет медленно, затем скорость их роста резко возрастает, после чего снижается и, к концу жизни, рост практически прекращается (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Величина среднего прироста

Вид кустарника	Средний прирост в год, см	Скорость роста	Тип роста
Кизильник блестящий	10 – 15	медленная	медленнорастущий
Сирень венгерская	40 – 60	быстрая	быстрорастущий
Жимолость татарская	30 – 40	быстрая	быстрорастущий
Смородина двуиглая	25 – 30	умеренно быстрая	среднерастущий
Карагана древовидная	50 – 70	очень быстрая	быстрорастущий

Особенности изучаемых видов кустарников по скорости роста:

- *кизильник блестящий* подходит для создания строгих формальных, низкорастущих изгородей и бордюров, где важна точность и аккуратность, его медленный рост компенсируется долголетием и возможностью длительного сохранения заданной формы без необходимости частой стрижки;

- *сирень венгерская, жимолость татарская и карагана древовидная* – варианты для создания высоких и плотных живых изгородей в кратчайшие сроки, их быстрый рост позволяет быстро изолировать зоны, при этом требует регулярного ухода и стрижки, для поддержания формы и размеров изгороди;

- *смородина двуиглая* занимает промежуточное положение между двумя группами, растёт умеренно быстро, формируя плотную крону, подходит для создания защитных полос или средних по высоте живых изгородей.

Густота кроны – складывается из таких характеристик как густота ветвления побегов и расположение почек и листьев (таблица 6.4).

Густота ветвления - кустарники с многочисленными боковыми побегами и плотно расположенными листьями создают более однородный и непрозрачный живой экран.

Расположение почек и листьев - равномерное листорасположение вдоль побегов способствует созданию плотной кроны, обильное и равномерное покрытие листьями позволит избежать просветов и пробелов в изгороди. Супротивное расположение почек способствует равномерному ветвлению и созданию плотной кроны, что идеально подходит для живой изгороди. Очередное расположение почек может приводить к неравномерному ветвлению, требующему дополнительной обрезки и ухода.

Таблица 6.4 – Особенности исследуемых видов растений по густоте кроны

Вид кустарника	Густота ветвления	Расположение почек и листьев
Кизильник блестящий	очень высокая	супротивно
Сирень венгерская	средняя	супротивное
Жимолость татарская	средняя	супротивное
Смородина двуиглая	высокая	очередное
Карагана древовидная	низкая	очередное

Особенности видов кустарников по густоте кроны. Плотность ветвления:

- наиболее плотное ветвление наблюдается у *кизильника блестящего и смородины двуиглой*, они формируют густую, компактную крону, что делает их подходящими для создания плотных живых изгородей и бордюров;

- *сирень венгерская и жимолость татарская* демонстрируют среднюю плотность ветвления, что позволяет создавать изгороди из данных видов с достаточной степенью защиты и декоративности, но при этом они менее эффективны для создания непроницаемых барьеров;

- *карагана древовидная* характеризуется наименьшей плотностью ветвления, что ограничивает её использование в создании плотных живых изгородей, делая её более подходящей для одиночных посадок или оформления разреженных композиций.

Расположение почек и листьев:

- максимально плотно листья (почки) расположены у *кизильника блестящего и жимолости татарской*, что создаёт сплошной зелёный покров, эффективно скрывающий ветви и способствующий созданию плотных изгородей;

- менее плотно листья расположены у *сири венгерской и смородины двуликой*, что приводит к меньшей общей плотности кроны, хотя и остаётся достаточным для решения большинства задач ландшафтной архитектуры;

- наиболее редко - у *караганы древовидной*, что дополнительно снижает общую плотность кроны и делает её практически непригодной для создания плотных живых изгородей.

Наиболее густыми и плотными кустарниками для создания живых изгородей являются *кизильник блестящий и жимолость татарская*. Они обладают высокой густотой ветвления и плотно расположенными листьями, что создает сплошной зеленый экран. *Сирень венгерская и смородина двуликая* занимают промежуточное положение, обладая средней густотой ветвления и менее плотным расположением листьев. Ввиду рыхлой структуры кроны и нечастого расположения листы, *карагана древовидная* не подходит для формирования густых живых изгородей.

Данное свойство особенно важно для создания плотных живых изгородей, которое описывается количеством стволиков (ветвей и листьев) у одного растения, т.е. тесноту их расположения внутри растения, а также степень их

разрастания и заполнения пространства. Густота кроны кустарника – этот параметр важен для оценки биологической продуктивности насаждений, конкуренции между растениями за ресурсы, а также для определения средозащитного потенциала кустарников в условиях городской среды.

Способность к восстановлению после обрезки - для поддержания формы и плотности живой изгороди требуется регулярная обрезка растений. Способность кустарников восстанавливаться после обрезки играет важную роль в поддержании жизненного состояния и эстетичности живых изгородей (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Особенности исследуемых видов растений по густоте кроны

Вид кустарника	Способность к восстановлению после обрезки
Кизильник блестящий	высокая
Сирень венгерская	хорошая
Жимолость татарская	средняя
Смородина двуиглая	хорошая
Карагана древовидная	хорошая

Лучшими показателями по способности к восстановлению после обрезки обладают *кизильник блестящий* и *карагана древовидная*, они быстро регенерируют новые побеги и листву, позволяя им сохранять плотную и аккуратную форму кроны даже после сильной обрезки. Средние показатели демонстрируют *сирень венгерская* и *жимолость татарская*, которые способны восстанавливаться, но процесс занимает больше времени и может потребовать более частой обрезки для контроля формы и размера. Наименьшую способность к восстановлению проявляет *смородина двуиглая*, которая нуждается в большем количестве времени для полной регенерации после сильной обрезки.

Каждое из рассмотренных растений имеет свои уникальные характеристики, определяющие их применение в городском озеленении. Таким образом, подбор кустарников для живой изгороди с учетом их морфологических параметров, скорости роста и требований к уходу позволит создать эффективное,

эстетичное, долговечное зеленое ограждение, соответствующее условиям произрастания.

Биологические характеристики, экологические свойства и декоративные качества исследуемых видов кустарников и варианты их использования в садово-парковых композициях представлены в таблице 6.6-6.10 [ГОСТ, 1991 108; Коропачинский, 2014]. Условные обозначения экологических свойств растений приведены в приложении Е.

Таблица 6.6 – Экологические свойства кизильника блестящего

Кизильник блестящий - <i>Cotoneaster lucidus</i> Schtdl.			
Естественный ареал: Восточная Сибирь			
Долговечность в естественных условиях: до 50 лет.			
Экологические особенности произрастания: растет одиночно или небольшими группами на степных каменистых склонах гор и под пологом разреженных лиственных и сосновых лесов.			
Отношение к экологическим, климатическим и антропогенным факторам			
Освещенность		Требовательность к почве	
Ветроустойчивость		Корневая система	
Морозостойкость		Засухоустойчивость	
Дымогазоустойчивость	 	Категории насаждений	
Размеры. В естественных условиях: кустарник высотой 1,5-2 м.			
В Красноярске (Академгородок): в 26 лет кустарник высотой 2-2,6 м с диаметром кроны 1,5-2,2 м.			
Декоративность: листопадные или вечнозеленые, густоветвистые кустарники, листья некрупные, простые, очередные, цельнокрайние, яйцевидные, летом темно-зеленые, осенью — краснеющие. Цветки белые или розовые, мелкие, в щитках, кистях или одиночные. Плоды мелкие, красные или черные.			
Рекомендации по уходу: при регулярной стрижке в молодом возрасте, формируется более густая крона. Весной вносят полное минеральное удобрение. Летом перед цветением вносят гранулированного суперфосфата и сернокислого калия. Многие виды засухоустойчивы и полива практически не требуют. Он нужен только в очень сухое лето, 1-2 раза в месяц по 1 ведру воды на одно растение. Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива.			
Использование в зеленом строительстве: рекомендуется для одиночной посадки или создания групп, часто используется для создания низких живых изгородей.			



Таблица 6.7 – Экологические свойства смородины двуиглой

Смородина двуиглая - <i>Ribes diacanthum</i> Pall.				
Естественный ареал: восточное Забайкалье, северо-восток Монголии, в Китае и на севере Кореи.				
Долговечность в естественных условиях: около 30 лет.				
Экологические особенности произрастания: растёт на каменистых степных склонах, осыпях, песках в долинах рек.				
Отношение к экологическим, климатическим и антропогенным факторам				
Освещенность		Требовательность к почве		
Ветроустойчивость		Корневая система	 	
Морозостойкость		Засухоустойчивость	 	
Дымогазоустойчивость	 	Категории насаждений	  	
Размеры. В естественных условиях: кустарник 1-3 м высотой. В Новосибирске (ЦСБС): кустарник в 11-15 лет 1,5-1,8 м высотой.				
Декоративность: двудомный кустарник 1-3 м высотой. Кора ветвей серая. У основания черешков листьев обычно имеются парные колючки. Листья собраны в пучки, округлые, обратнойцевидные, сверху часто блестящие и темно-зеленые, снизу более светлые. Женские цветки по 3-24 шт. в кистях 1-4 см длиной, мужские - более короткие (до 2 см). Чашелистики и лепестки снаружи голые, белые, желтоватые, зеленоватые. Ягоды оранжевые, красные, шаровидные, диаметр 5-9 мм, гладкие, несъедобные.				
Рекомендации по уходу: лучше растет при достаточном поливе, обрезку проводить сразу после цветения.				
Использование в зеленом строительстве: Рекомендуется для дополнительного использования в озеленение в одиночные, групповые посадки, на альпийские горки и склоны.				

Таблица 6.8 – Экологические свойства сирени венгерской

Сирень венгерская - <i>Syringa josikaea</i> Jacq.			
Естественный ареал: Западная Европа			
Долговечность в естественных условиях: до 90 лет			
Экологические особенности произрастания: Предпочитает средние по влажности и плодородию почвы, но встречается и на сухих.			
Отношение к экологическим климатическим и антропогенным факторам			
Освещенность		Требовательность к почве	
Ветроустойчивость		Корневая система	
Морозостойкость		Засухоустойчивость	 
Дымогазоустойчивость	 	Категории насаждений	   
Размеры. В естественных условиях: кустарник 4-5 м высотой. В Красноярске (Академгородок): в 31 год кустарник высотой 2,5-2,8 м с диаметром кроны 2,3-2,7 м.			
Декоративность Кустарник с веерообразной кроной с крупными темно-зелеными листьями и узкими соцветиями лиловых цветков с сильным ароматом. Крона раскидистая, Побеги густоразветвленные, вверх направленные. Цветки обоеполые, душистые, пурпурно-фиолетовые, 0,6-1 см в диаметре, собраны в метельчатые соцветия 10-22 см длиной.			
Рекомендации по уходу: малотребователен к уходу. Обрезка производится в апреле, подкормка азотными и фосфорно-калийными удобрениями. Хорошо переносит стрижку. Необходимо удалять поросль, вырезать старые ветви на пень, отцветшие соцветия необходимо сразу же обрезать. Не выносит застоя воды.			
Использование в зеленом строительстве: Можно использовать в виде групповых и одиночных посадок в парках, скверах и при создании живых изгородей вдоль автодорог, как элемент средозащитного озеленения.			



Таблица 6.9 – Экологические свойства жимолость татарская

Жимолость татарская - <i>Lonicera tatarica</i> L.				
Естественный ареал: юго-восток европейской части России, Сибирь, предгорье Тянь-Шаня и Алтай.				
Долговечность в естественных условиях: 60 лет и более.				
Экологические особенности произрастания: К почвенным условиям нетребовательна, может расти при незначительном затенении. Недостаток этого вида - частое поражение вирусным заболеванием.				
Отношение к экологическим, климатическим и антропогенным факторам				
Освещенность		Требовательность к почве		
Ветроустойчивость		Корневая система		
Морозостойкость		Засухоустойчивость		
Дымогазоустойчивость	 	Категории насаждений	  	
Размеры. В естественных условиях: кустарник высотой 1—3 м. В Красноярске (Академгородок): в 26 лет кустарник 2 м высотой.				
Декоративность: Листья яйцевидные или продолговато-яйцевидные, 3 - 6 см длиной, цельнокрайные. Цветки парные, длиной до 2 см, с двугубым венчиком белого или розового цвета, расположены в пазухах листьев. Цветёт жимолость татарская в мае - июне. Плоды шаровидные, красные или оранжевые, часто сросшиеся парами в основании, диаметром около 6 мм, созревают в июле — августе.				
Рекомендации по уходу: Рано весной: полное минеральное удобрение. Осенью вносят под перекопку древесную золу (на слабокислых почвах вносят обязательно). Поливают 7-10 раз в сезон. В жаркую погоду проводят дождевание. Молодые растения в засушливый период требуют более частого и обильного полива.				
Использование в зеленом строительстве: рекомендуется для одиночных или групповых посадок на хорошо освещенных местах.				

Таблица 6.10 – Экологические свойства карагана древовидная

Карагана древовидная (Caragana arborescens Lam.)			
Естественный ареал: в лесной зоне Сибири (Алтай, Саяны), на Южном Урале, в Восточном и Центральном Казахстане, на Кавказе (в Грузии).			
Долговечность в естественных условиях: до 100 лет			
Экологические особенности произрастания: Малотребовательное к почвенным условиям, хорошо переносящее засуху и морозы растение. Не выносит переувлажненных и заболоченных мест. Светолюбиво, но переносит слабое затенение			
Отношение к экологическим климатическим и антропогенным факторам			
Освещенность		Требовательность к почве	
Ветроустойчивость		Корневая система	
			
Морозостойкость		Засухоустойчивость	
			
Дымогазоустойчивость		Категории насаждений	
			
Размеры. В естественных условиях: до 5-6 м высотой. в Красноярске в Академгородке: в 30 лет – 3,5 - 4 м высотой, диаметр стволиков 6 - 10 см, диаметр кроны 3 - 4 м.			
Декоративность: декоративна в момент цветения, благодаря ярко желтым цветам и осенней желтой окраской листьев.			
Рекомендации по уходу: кустарник малотребователен к уходу. Основные мероприятия по уходу включают рыхления, прополки приствольных кругов, подкормки и формирующую обрезку.			
Использование в зеленом строительстве: рекомендуется посадка одиночными деревьями на газонах, группами, небольшими массивами, в составе средозантного насаждения в третьем и четвертом ярусах для создания эффекта «опушки».			



6.2 Особенности роста и развития исследуемых видов кустарников на объектах озеленения г. Красноярка

Анализ типов парковых насаждений показал (глава 4), что на исследуемых объектах озеленения встречаются следующие виды ландшафтно-планировочной организации из кустарников: однопородные стриженные живые изгороди – 75 %, свободно растущие изгороди / экземпляры – 20 %, бордюры – 2 %; смешанные группы – 3 %. Основными типами живых изгородей являются насаждения, сформированные из стриженных или свободно растущих кустарников. Основные различия между типами живых изгородей представлены в главе 1.

При этом технологические приемы формирования конфигурации поперечного сечения **стриженной изгороди** на объектах озеленения г. Красноярка проводится как с соблюдением технологических норм и правил (трапециевидная форма поперечного сечения [Правила, 2021]) и без их соблюдения (поперечное сечение живой изгороди имеет форму прямоугольника или обратно трапециевидную форму). В первом случае формируется *плотная стриженная живая изгородь* – срезка верхушечных побегов вызывает к жизни спящие почки, расположенные ниже среза, а наклонные плоскости трапециевидной формы кроны являются освещенными, что позволяет развиваться нижним ветвям кустарников. Во втором случае при прямоугольной или обратно трапециевидной форме кроны в основном формируется *живая изгородь с оголившимися стволами* – живыми зелеными остаются только верхушечные ветви кустарников, при этом их конфигурация и плотность препятствуют проникновению солнечного света в нижнюю часть изгороди, поэтому нижние боковые ветви отмирают из-за недостатка солнечного освещения (рисунок 6.1). На исследуемых объектах озеленения их соотношение, по протяженности исследуемых живых изгородей, составляет 70 : 30 (плотная стриженная живая изгородь : живая изгородь с оголившимися стволами).

Для проведения исследований средозащитного потенциала кустарников нами выбраны следующие типы парковых насаждений (и их разновидности):

плотная стриженная живая изгородь; плотная стриженная живая изгородь из двух раздельно растущих рядов (массив); живая изгородь с оголившимися стволами; свободно растущая изгородь / экземпляр (рисунок 6.2 – 6.4).

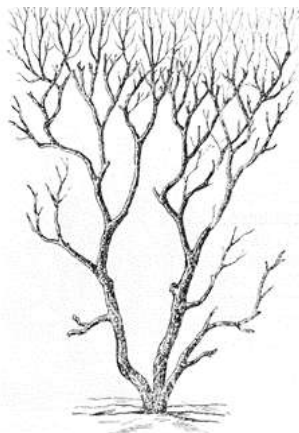


Рисунок 6.1 – Живая изгородь с оголившимися стволами



Рисунок 6.2 – Плотная стриженная живая изгородь

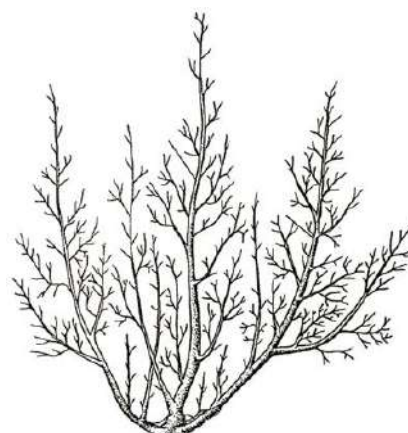


Рисунок 6.3 – Свободно растущая изгородь/экземпляр











Рисунок 6.4 – Плотно стриженная живая изгородь из двух раздельно растущих рядов

Пространственные характеристики типов насаждений, расположенных на объектах озеленения г. Красноярска, для исследуемых видов кустарников представлены в таблице 6.11.

Таблица 6.11 - Пространственные характеристики растений/насаждений

Сирень венгерская		
Фото и местоположение в г. Красноярске		
Размеры: Ширина x Высота, м /Средний диаметр основных стволиков, мм /Среднее количество стволиков у одного экземпляра, шт.		
		
проспект Свободный	ул. Академика Киренского	проспект Мира, 132
Плотная стриженная живая изгородь	Живая изгородь с оголившимися стволами	Свободно растущая живая изгородь
0,8 x 1,3 / 30 / 32	1,8 x 1,8 / 70 / 9	4,0 x 3,4 / 80 / 48
		
проспект Свободный	проспект Свободный	Академгородок,
Плотно стриженный массив в форме круга	Плотная стриженная живая изгородь из двух отдельно растущих рядов	Свободно растущий кустарник
11,0 x 1,7 / 30 / 32	0,8 x 1,3 / 35 / 32	8,2 x 8,6 / 5 / 36
Кизильник блестящий		
		
ул. Академгородок	ул. Академгородок	проспект Мира 83
Плотная стриженная живая изгородь	Живая изгородь с оголившимися стволами	Свободно растущий кустарник
0,9 x 1,4 / 20 / 46	2,6x2,6 / 80 / 23	4,2 x 2,6 / 5 / 38

Карагана древовидная		
		
ул. Копылова	проспект Свободный	ул. Ленина 128
Плотная стриженная живая изгородь	Живая изгородь с оголившимися стволами	Свободно растущий кустарник
1,5 x 1,6 / 30 / 17	1,8 x 2,4 / 60 / 9	2,7 x 2,7 / 20 / 38
Жимолость татарская		
		
парк «Гвардейский»	проспект Ульяновский 2в	ул. Профсоюзов 38
Плотная стриженная живая изгородь	Живая изгородь с оголившимися стволами	Свободно растущий кустарник
1,2 x 1,4 / 30 / 22	2,4 x 2,8 / 50 / 11	2,2 x 2,2 / 30 / 18
Смородина двуиговая		
		
ул. Копылова	проспект Мира 63	
Плотная стриженная живая изгородь	Свободно растущая живая изгородь	
0,9 x 1,3 / 15 / 48	1,8 x 2,2 / 20 / 49	

Изучение особенностей роста кустарников в условиях городской среды позволят в значительной степени прогнозировать объемно-пространственную динамику как отдельных растений, так и объектов озеленения в целом, а также их средозащитный потенциал. На основании этого проведен анализ морфологических параметров исследуемых видов в условиях г. Красноярска.

Максимальные размеры особей взрослых растений с природной формой кроны - свободно растущие кустарники с минимальной санитарной обрезкой, произрастающие в г. Красноярске, представлены в таблице 6.11, с сравнительный анализ с литературными данными (таблица 6.2) – на рисунке 6.5.

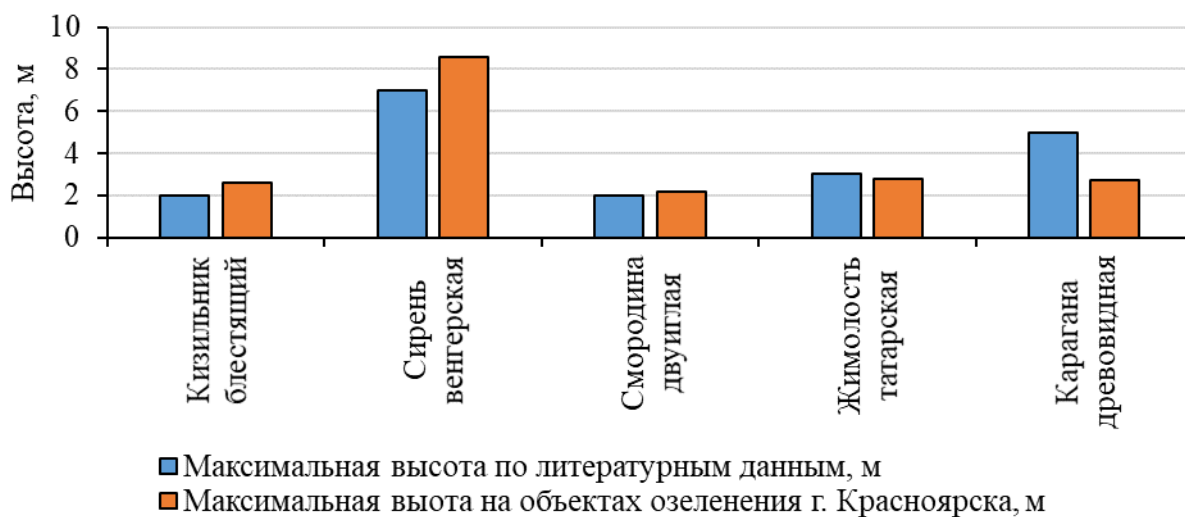


Рисунок 6.5 – Сравнительный анализ высоты растений

Таким образом, на объектах озеленения г. Красноярска, среди исследуемых видов кустарников с природной формой кроны, самыми высокими являются *сирень венгерская* и *карагана древовидная*, что позволяет использовать их для создания высоких живых изгородей и защитных экранов; *жимолость татарскую*, *смородину двуликую* и *кизильник блестящий* - для создания средних и низких живых изгородей и бордюров. При этом высота сирени венгерской, произрастающей на придомовых территориях г. Красноярска на 23 % превышает данные, представленные в литературных источниках.

После каждой обрезки происходит восстановление растений – это процесс, который зависит от множества факторов, включая вид растения, климатические

условия, возраст куста и интенсивность обрезки. Каждая обрезка стимулирует вегетативную активность – способность растения к образованию новых побегов, что способствует формированию плотных и густых крон. По данным литературных источников важным показателем, влияющим на уровень средозащитного потенциала живой изгороди из кустарников, является **густота кроны**, за счет возможности создавать плотные экранирующие насаждения.

Оценка вегетативной активности кустарников проведена по следующим показателям густоты кроны - количество стволиков у одного растения, прирост верхушечного побега, количество побегов в ближайшем к верхушечной почке пучке.

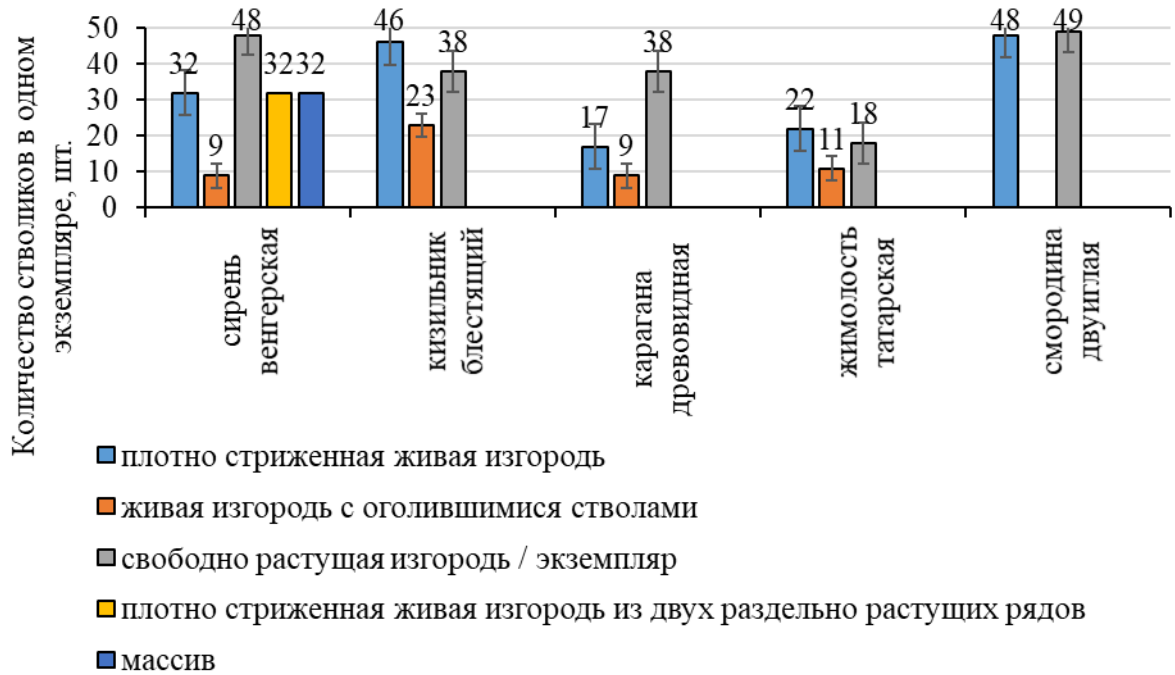
Количество стволиков у одного растения характеризует тесноту их расположения, а также степень разрастания и заполнения пространства. На основании этого нами проведены экспериментальные исследования данного показателя для кустарников, произрастающих в различных типах насаждений в условиях городской среды Красноярска (рисунок 6.6).

Результаты анализа исследуемых типов парковых насаждений из кустарников показали, что густота кроны, характеризуемая количеством стволиков у одного куста, изменяется в значительных пределах в зависимости от типа насаждения и видовых особенностей растений:

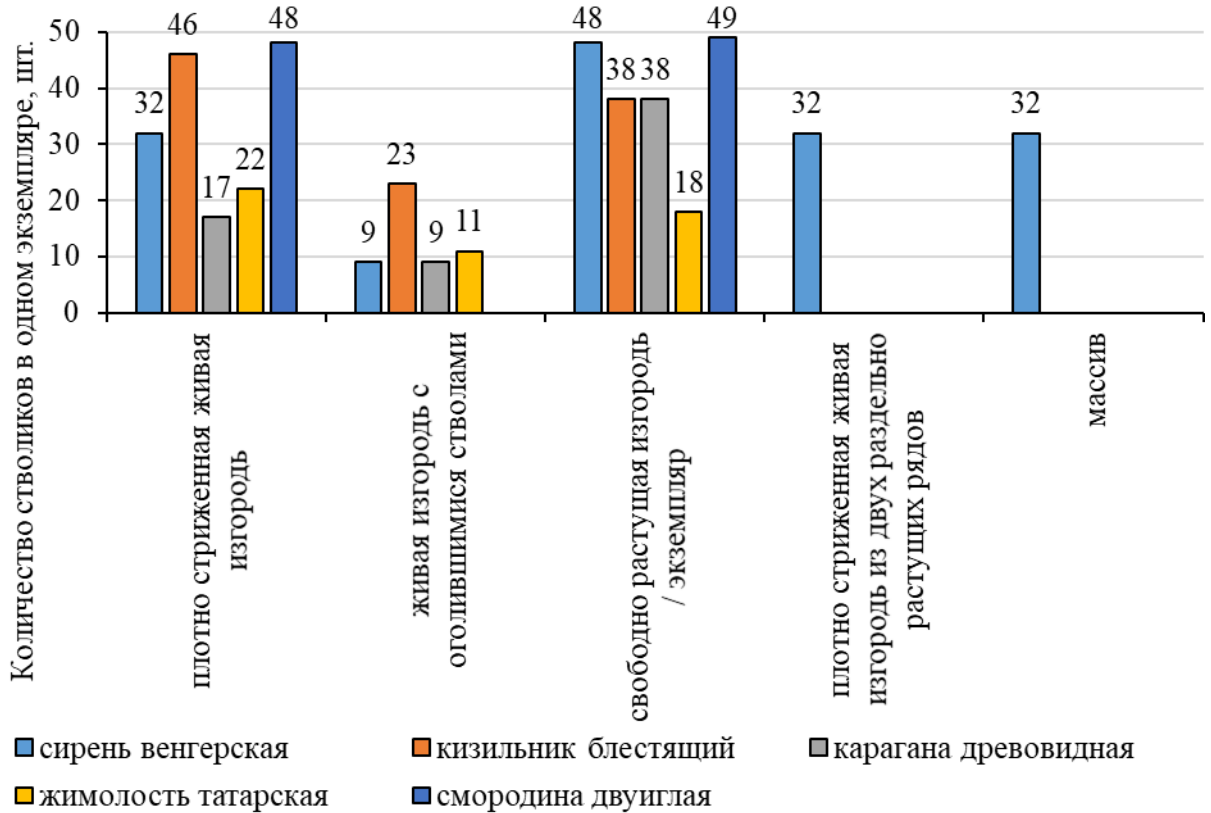
- наибольшая густота наблюдается у кустарников, растущих в свободной форме; ряд видов по убыванию густоты куста (рисунок 6.7): смородина двуиглая (49 шт. стволиков у одного куста) → сирень венгерская (48 шт.) → кизильник блестящий (46 шт.) → карагана древовидная (38 шт.) → жимолость татарская (18 шт.);

- наименьшее количество стволиков прослеживается у живых изгородей с оголившейся стволиками снизу, как правило это прослеживается в насаждениях с формой поперечного сечения в виде обратной трапеции; количество стволиков снижается в 3 раза у сирени венгерской, у караганы древовидной и жимолости татарской до 50%, у кизильника блестящего на 14%. Наименьшее снижение у кизильника объясняется тем, что данный вид является теневыносливым,

наибольшее у сирень – светолюбивый вид, остальные виды пререносят полутень (таблица «Сравнительный анализ эколого-биологических свойств кустарников»).



а - по виду растения



б - по типу насаждения

Рисунок 6.6 – Средняя густота кроны кустарников (по количеству стволиков у одного экземпляра, шт.)

На основании экспериментальных данных построен ряд насаждений по убыванию параметра *плотность кроны* (*количество стволиков*, шт.) с учетом *видового состава и пространственной структуры* типа насаждений: смородина двуиглая – свободно растущая живая изгородь (49) → смородина двуиглая – плотная стриженная изгородь (48) → сирень венгерская – свободно растущая изгородь (48) → кизильник блестящий - правильно стриженная живая изгородь (48) → кизильник блестящий - свободно растущая изгородь (46) → карагана древовидная - свободно растущая изгородь (36) → сирень венгерская - плотно стриженная живая изгородь (32) → сирень венгерская плотно - стриженная живая изгородь из двух отдельно растущих рядов (32) → сирень венгерская – массив (32) → кизильник блестящий - живая изгородь с оголившимися стволами (23) → жимолость татарская - правильно стриженная живая изгородь (22) → жимолость татарская - свободно растущая изгородь (18) → карагана древовидная - правильно стриженная живая изгородь (17) → жимолость татарская - живая изгородь с оголившимися стволами (11) → сирень венгерская - живая изгородь с оголившимися стволами (9) → карагана древовидная - живая изгородь с оголившимися стволами (8) (рисунок 6.7).

Таким образом, анализ экспериментальных данных показал, что:

- по литературным данным *смородина двуиглая* «имеет среднюю плотность кроны», однако проведенное исследование показало, что в плотно стриженных живых изгородях данный вид имеет высокую плотность кроны, сопоставимую с плотностью кизильника блестящего, который считается кустарником с наиболее плотной кроной. Данный показатель повышает рейтинг средозащитного потенциала смородины двуиглой, на основании этого данный вид рекомендуется к более широкому внедрению в практику городского озеленения при создании живых изгородей.

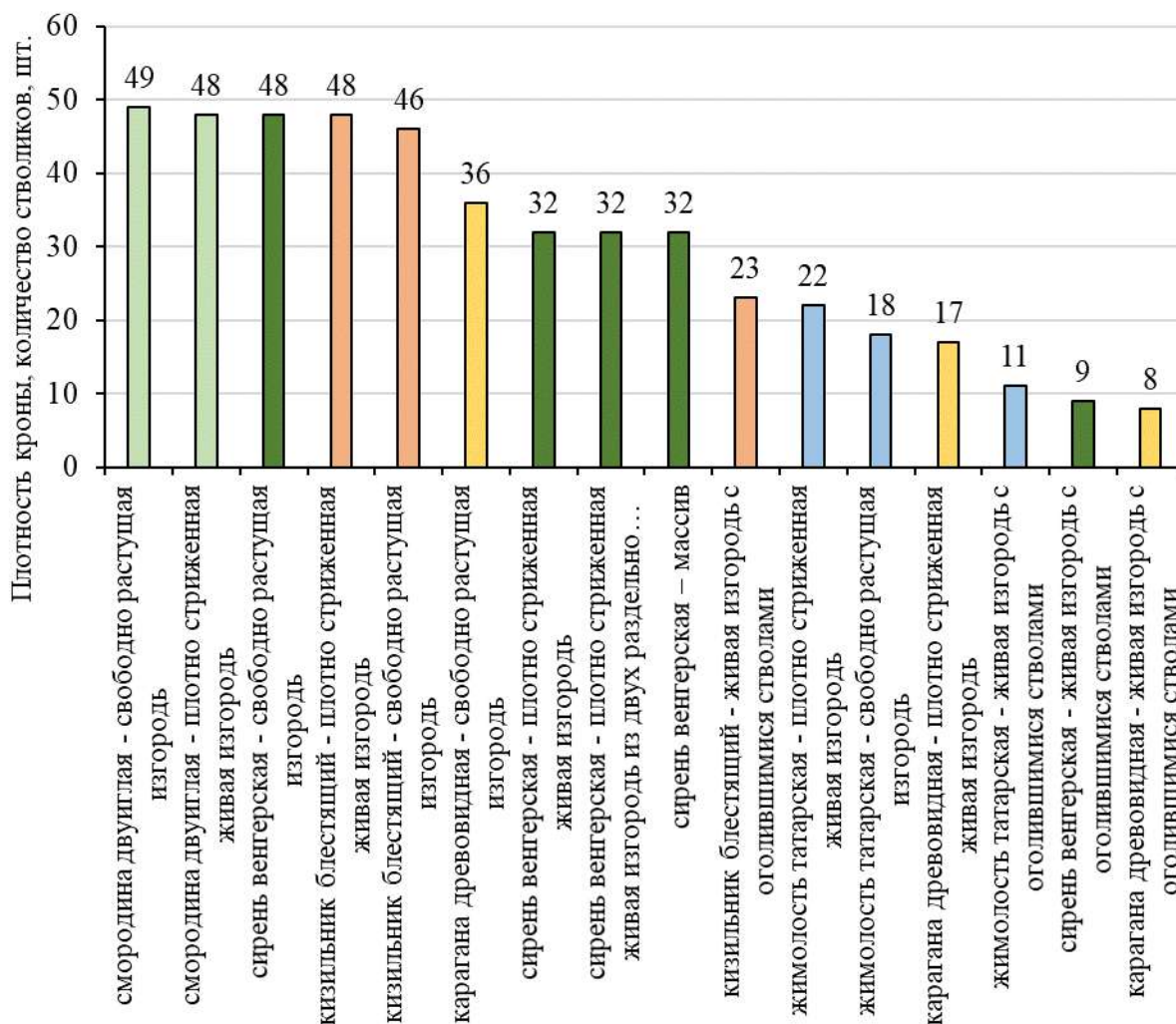


Рисунок 6.7 - Плотность кроны (количество стволиков, шт.) с учетом видового состава и типа пространственной структуры насаждений

Анализ вегетативной активности. В «Правилах создания, содержания и охраны зеленого фонда города Красноярска» в пункте 1.5 установлено, «к работам по текущему содержанию зеленых насаждений на территории города относятся: ... санитарная обрезка растений, удаление поросли, стрижка и кронирование живой изгороди...»; в п. 3.4.1 «...способ обрезки живых изгородей следует выбирать исходя из способа ее формирования: свободно растущие, не подвергающиеся стрижке (используются в основном цветущие растения); формованные (из растений, хорошо поддающихся стрижке)...» [Правила, 2021].

Прирост верхушечного побега и побегообразовательная способность растений в процессе формовочной обрезки. Формирование живой изгороди

(периодическая обрезка кустарников) основано на нарушении естественного процесса развития природной формы кроны. Соответственно, использование знаний об основных закономерностях роста и развития древесных растений и возможных реакциях растений на нарушение данных закономерностей, позволит обоснованно выбирать вид кустарника и формировать необходимые типы парковых насаждений (в частности, живые изгороди) с учетом видовых особенностей растений и потребностей городских объектов озеленения.

Одной из важных закономерностей, влияющей на рост и развитие растений является *апикальное доминирование* (лат. *apex* – верхушка, маковка; лат. *dominans* – господствующий) – преимущество в росте всегда сохраняется за побегами, образующимися из верхушечных почек [Макрушин, 2008; Кефели, 1974; 1984; 1997]. Объясняется это тем, что в верхушечной почке к моменту выхода ее из состояния покоя концентрируются вещества, стимулирующие рост, а в ниже расположенных – вещества, сдерживающие их рост. Таким образом, после удаления верхушечной почки апикальное доминирование прекращается, что играет важную роль для формирования компактных растений с разветвленной кроной. По мере ослабления апикального доминирования количество почек, пробудившихся к росту, и длина побегов увеличиваются.

В ходе обследования живых изгородей на объектах озеленения г. Красноярска было установлено, что после обрезки:

- из верхней (первой) почки образуется верхушечный побег, различной длины в зависимости от периода обрезки;
- на уровне второй-третьей почки образуются пучки побегов, которые и создают плотность поверхностного слоя кроны формируемого растения [Ямбуров, 2011].

При этом именно данный показатель – плотность (густота) кроны – является одним из ключевых в оценке средозащитной функции кустарников. Таким образом, для оценки потенциальной возможности формировать плотный поверхностный слой кроны, нами проведены исследования двух параметров: *прирост верхушечного побега и побегообразовательная способность*

(количество побегов в пучке) после каждой процедуры формовочной обрезки, которые являются количественным выражением закономерности апикального доминирования и влияют на густоту крон живых изгородей.

Формирование живой изгороди – это процесс поддержания определенной формы и высоты, который происходит за счет регулярной обрезки отрастающих побегов. В ходе рекогносцировочного обследования территорий установлено, что на городских объектах озеленения Красноярска обрезка проводится два раза: первую формовочную обрезку кустарников проводят в период покоя – 01.03 ± 15 дней; вторую - с 25.05 по 10.06.

Начало вегетационного периода в 2023 – 2024 гг. на исследуемых объектах отмечено – с 22 - 29.04. Таким образом, на объектах городского озеленения выделено 2 периода *постформовочной вегетативной активности* кустарников (таблица 6.12).

Таблица 6.12 - Периоды постформовочной вегетативной активности кустарников на объектах городского озеленения

№ периода	Дата начала ±дней	Дата окончания ±дней	Средняя продолжительность, дн.
1 – весенний	25.04±10	10.06. ± 6	От начала вегетации до первой обрезки - 30
2 – летний	10.06±14	01.08. ± 8	После обрезки до начала расцветивания листьев – 80
Даты начала и окончания этапов представлены за 2021- 2024 г.			

Постформовочная вегетативная активность кустарника – это совокупность процессов роста и развития растения: интенсивность и скорость образования новых побегов, листьев, цветов и плодов, а также общая динамика развития растения после проведения формовочных обрезок в течение вегетационного периода. Анализ вегетативной активности кустарников, произрастающих в виде живых изгородей, изучался на объектах озеленения с различными антропогенными условиями на растущих побегах (рис.6) в каждом периоде перед началом формовочной обрезки.

На графиках представлены средние значения прироста верхушечного побега для живой изгороди из *сирени венгерской*, *кизильника блестящего*,

жимолости татарской, смородины двуиглой, караганы древовидной за два периода роста после проведения формовочных обрезок: **первый весенний период** – перед летней формовочной обрезкой, **второй летний период** – перед обрезкой в период покоя на объектах озеленения с различными антропогенными условиями произрастания: удовлетворительный (питомник), напряженный, критический, конфликтный (глава 3) (рисунок 6.8 а, б, в).

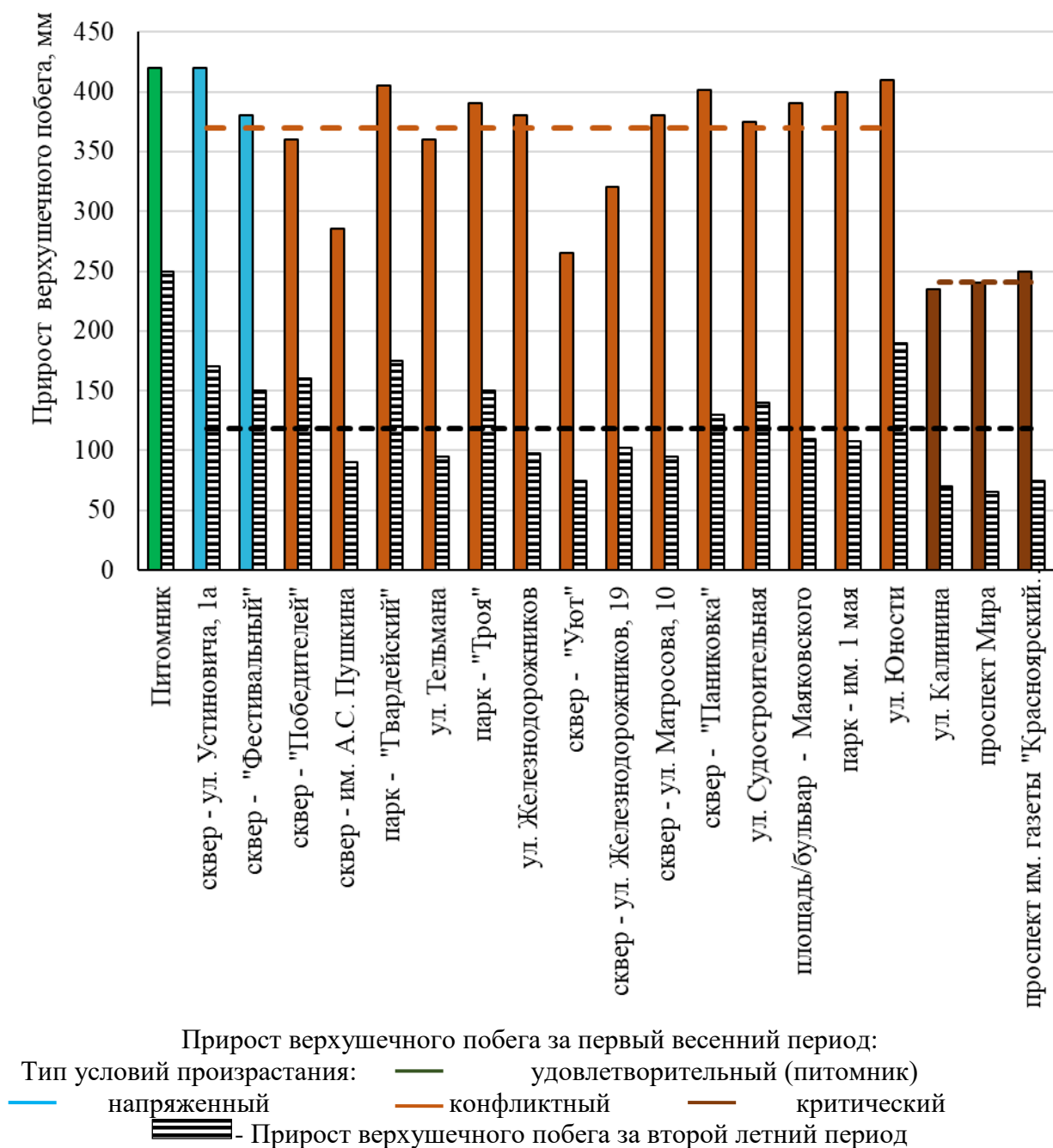
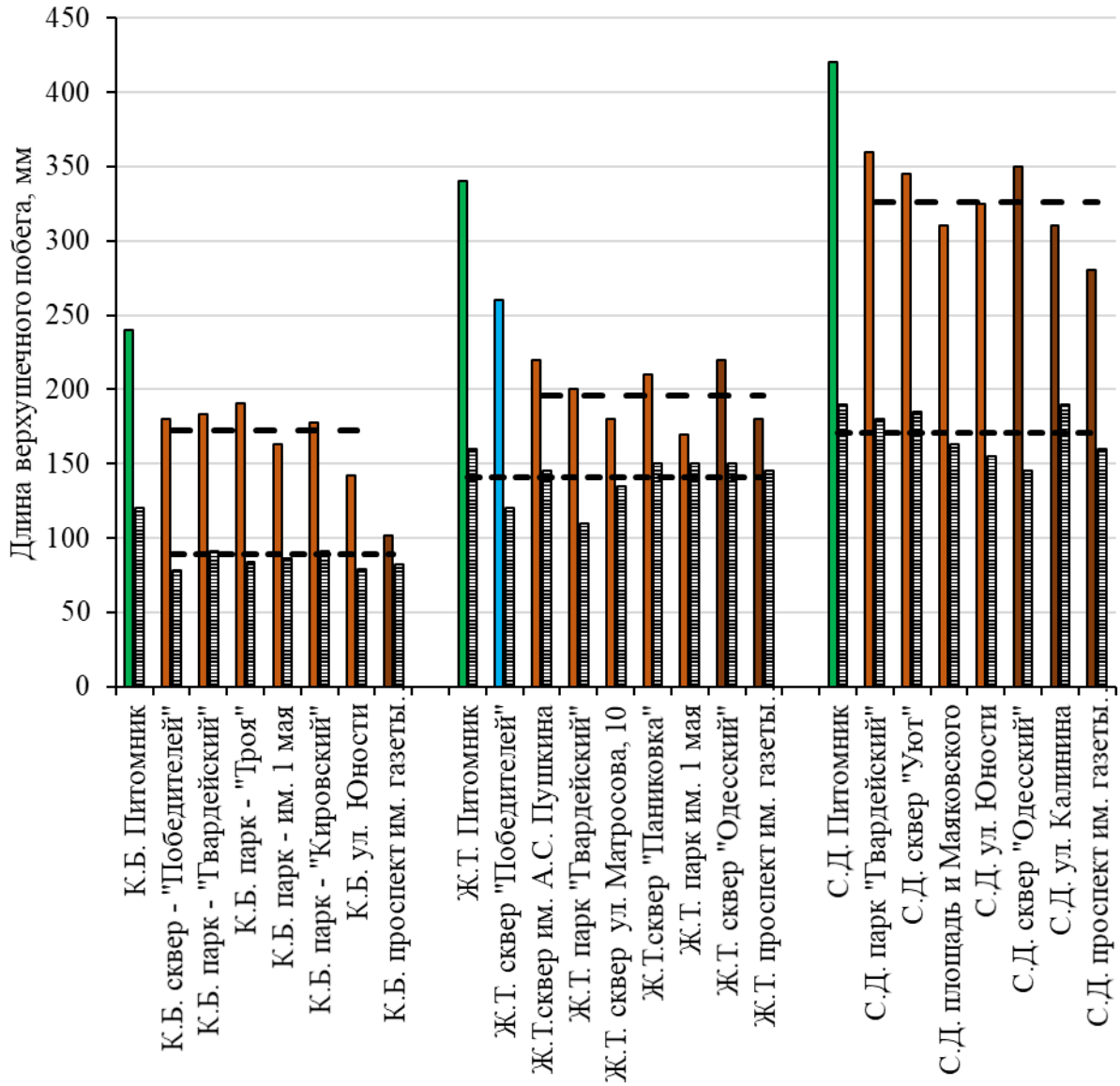


Рисунок 6.8 а – Прирост верхушечного побега сирени венгерской на объектах озеленения г. Красноярска



К.Б. – кизильник блестящий; Ж.Т. – жимолость татарская, С.Д. – смородина двуликая

Прирост верхушечного побега за первый весенний период:

Тип условий произрастания: — удовлетворительный (питомник)

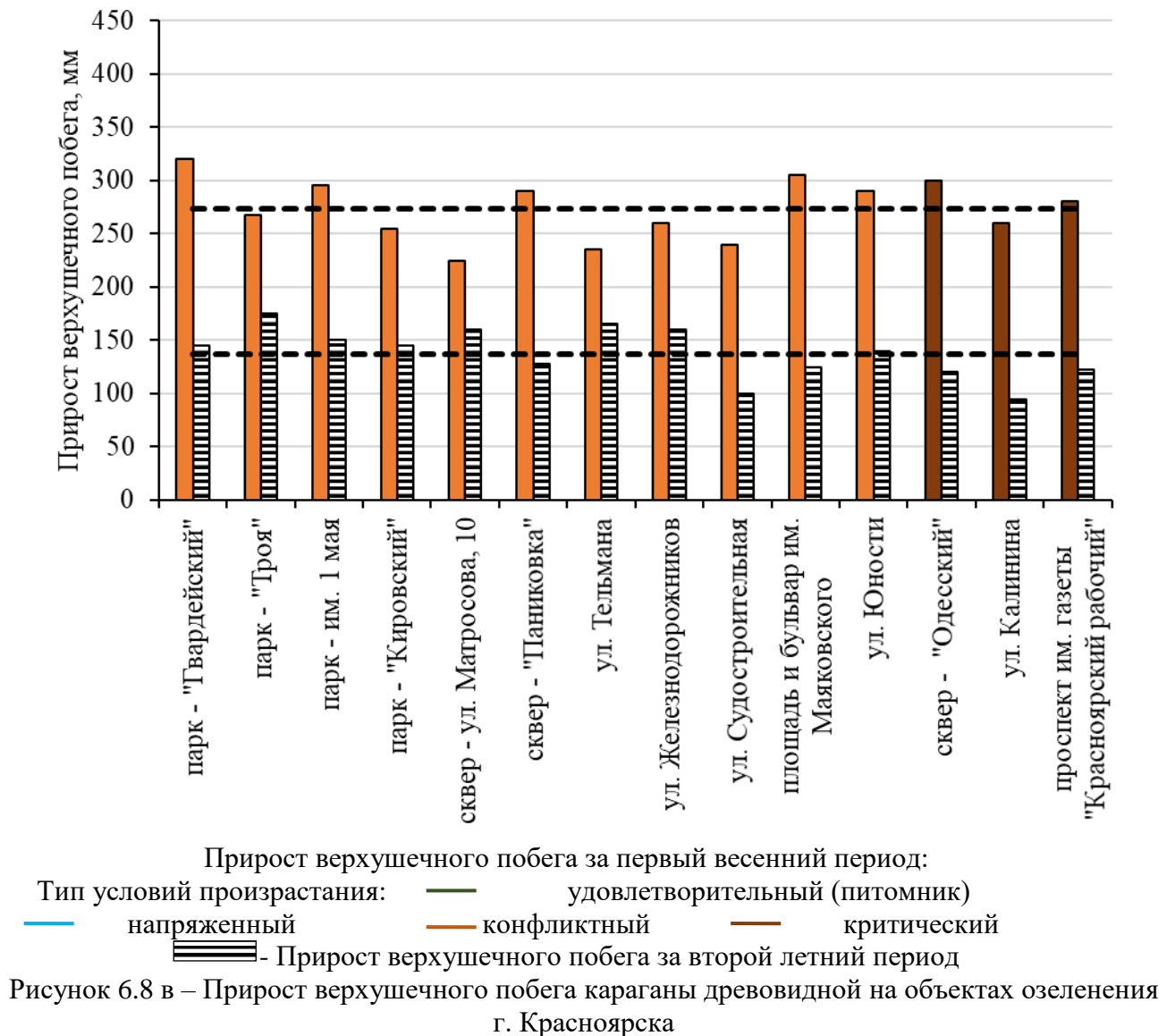
— напряженный

— конфликтный

— критический

▨ - Прирост верхушечного побега за второй летний период

Рисунок 6.8 б – Прирост верхушечного побега кустарников на объектах озеленения г. Красноярска



В результате проведения исследования установлены реакции исследуемых видов кустарников, произрастающих на объектах озеленения г.Красноярск на формирующую обрезку:

1) по величине прироста верхушечного побега:

сирень венгерская

- наибольшие приросты верхушечных побегов в первый весенний период отмечены у кустарников, произрастающих в удовлетворительных условиях (в питомнике), напряженных и конфликтных в парках и крупных скверах) – $370 \pm 28,48$ см; в парках «Гвардейский», «Троя», «им. 1 Мая» прирост сопоставим с приростом в питомнике (разница между значениями составляет от 5 до 15 мм – от 1,3 до 4 %);

- в *первый весенний период* (перед летней формовочной обрезкой) – уровень загрязнения среды оказывает существенное влияние на прирост верхушечного побега; достоверно прослеживается дифференциация значений длины побегов на две группы: в зависимости от условий произрастания напряжённый-конфликтный и критический; интервал между средними значениями составляет 34,8 %, что отвечает требованиям точности группировки данных;

- прирост верхушечного побега за *первый весенний период* значительно превышает аналогичный показатель за *второй летний период* (перед зимней стрижкой): в среднем в 3 раза (в среднем на 225 мм), наименьшее снижение прослеживается в питомнике в 1,7 раза (на 170 мм), в парках в среднем в 2,6 раза, на улицах 3,6 раза (на 180 мм).

- при этом *во второй летний период* существенной разницы между приростом в различных антропогенных условиях произрастания не прослеживается.

2) по **побегообразовательной способности** (количество побегов в пучке): *в первый весенний период* из вторых и последующих почек образуется по одному побегу, *во второй* – от одного до трех.

Сравнительный анализ экспериментальных данных густоты крон и эколого-биологических свойств кустарников, показал их взаимосвязь позволили выявить основные свойства и видовые особенности растений:

- для всех видов кустарников прослеживаются общие тенденции значительного снижения вторичного - летнего прироста относительно весеннего прироста для *сирени венгерской в три раза, кизильника блестящего, смородины двуиглой, караганы древовидной – в два раза, жимолости татарской - в 1,5 раза;*

- ранжирование кустарников по длине весеннего прироста верхушечного побега имеет следующий вид: сирень венгерская (370 мм); смородина двуиглая (325 мм); карагана древовидная (273 мм); жимолость татарская (196 мм); кизильник блестящий (172 мм);

- ранжирование кустарников по длине летнего прироста верхушечного побега имеет следующий вид: смородина двуиглая (171 мм); жимолость татарская (140 мм); карагана древовидная (137 мм); сирень венгерская (118 мм); кизильник блестящий (88 мм);

- ранжирование кустарников по **побегообразовательной способности** (количество побегов в пучке) показало, что *в первый весенний период* из вторых и последующих почек образуется по одному побегу, *во второй* – наибольшее количество побегов в пучке отмечено у кизильника блестящего (от 3 до 8 шт.) и смородины двуиглой (от 2 до 6 шт.), на наименьшее от одного до трех – у сирени венгерской, караганы древовидной и жимолости татарской;

- видовые особенности: *сирень венгерская* - активный рост побегов происходит в весенний период; побеги довольно длинные и гибкие, при этом побегообразовательные способствующие образованию кроны средней густоты; *кизильник блестящий* - образует множество коротких боковых побегов (пучков), что способствует созданию плотной и компактной кроны, побеги растут медленно, но равномерно; *смородина двуиглая* - быстро образует молодые побеги, которые могут достигать значительной длины, побеги тонкие и гибкие, часто склоняются под собственным весом; *жимолость татарская* - отличается быстрым ростом побегов, которые достигают средней длины, молодые приросты гибкие, побеги прямостоячие, что придает растению вертикальный вид; *карагана древовидная* - характеризуется умеренным образованием побегов, которые относительно короткие и крепкие, образуют плотную крону;

- антропогенные воздействия – сочетание техногенных и рекреационных воздействий, а также не соблюдение технологий ухода при формировании пространственной формы живых изгородей влияет на густоту крон растений; у всех видов кустарников прослеживается снижение величины весеннего прироста относительно прироста в питомнике: *сирень венгерская* - нет существенной разницы между приростом в напряженных условиях и в питомнике (удовлетворительные), на 11,4 % снижено конфликтных, на 42,6 % в критических; *кизильник блестящий* – снижение прироста в конфликтных

условиях относительно питомника – 29,8 %; в критических – 58,4 %; у жимолости татарской - 24,6 %; у смородины двуиглой - 22,6 %; - у всех исследуемых видов кустарников кроме сирени венгерской и кизильника блестящего нет достоверных различий между величиной прироста в конфликтных и критических условиях.

6.3 Экологическая эффективность периферийных насаждений на различных типах объектов озеленения

В настоящее время экологическая роль городских объектов озеленения является ключевой в решении одной из актуальнейших проблем современности – создание комфортных условий для населения в урбанизированной среде.

На основании этого при их проектировании, строительстве и эксплуатации необходимо подбирать видовой состав растений, способных решать проблемы экологической оптимизации урбосреды. Для достижения максимального уровня комфорта необходимо обеспечить чистоту воздушной среды и поддерживать тишину в соответствии с установленными стандартами. Также требуется создание оптимальных условий циркуляции воздуха, отвечающих санитарным и градостроительным нормативам. Немаловажным фактором, определяющим комфортность мест отдыха, является их привлекательный внешний вид. Комфортная среда объектов озеленения должна позволить человеку временно «отстраниться» от визуального и психоэмоционального «давления» агрессивной обстановки урбосреды, характеризующейся техногенными факторами дискомфорта.

Разнообразные функции растительности, достигающие максимальной эффективности, крайне важны для благополучия и человека, и природы в целом. Зеленые зоны, реализующие лишь отдельные аспекты своего функционального назначения, не отвечают критериям комплексных экологических компонентов урбанизированной территории. Интеграция всех преимуществ зеленых зон, основанная на принципах экологически ориентированного ландшафтного

строительства, позволит сформировать вокруг человека пространство, которое одновременно удовлетворяет потребностям в красоте и соответствует санитарным нормам [Городков, 2013]. Средозащитная эффективность озеленения в различных условиях урбосреды во многом зависит от параметров структуры (вертикальной, горизонтальной) типов насаждений (однорядные посадки, солитеры, группы, массивы и др.) и их видового состава.

Насаждения, обладающие защитными свойствами, формируют благоприятные экологические условия не только для населения, но и для роста и развития растительности, определяющей планировочную организацию озелененных объектов и систему озеленения всего населенного пункта [Теодоронский, 2010]. Создание полноценных экологических объектов городской среды требует комплексного подхода к планированию и реализации озеленения, учитывающего все аспекты их функциональности и взаимосвязи с другими элементами городской инфраструктуры [Владимиров, 1985].

Опытные исследования, направленные на оценку природоохранного воздействия различных типов городского озеленения, модельных зеленых зон и естественных лесных массивов для отдыха, демонстрируют, что ключевую роль в этом контексте играет совокупность структурных и конструктивных особенностей территорий с растительными сообществами (объектов городского озеленения). Рядом авторов выявлено около двадцати параметров насаждений, в различной степени влияющих на формирование защитных качеств объектов озеленения [Кучерявый, 1991; Городков, 2013; Нефедов, 1991 - 2004]. Нами проведен анализ параметров, составлена их классификация, в которой они проранжированы от безусловного, позитивного, незначительно влияния до отсутствия влияния на фактор дискомфорта. В таблице 6.13 приведен ряд конструктивных параметров зеленых насаждений, вносящих вклад в формирование средозащитного потенциала объектов озеленения.

Таблица 6.13 – Структурно-биометрические параметры, формирующие средозащитный потенциал объектов озеленения

Фактор дискомфорта	Защита подкорневого пространства	Плотность фитомассы	Дифференциация плотности фитомассы	Высота растений	Форма поперечного сечения
Шум	++	++	±	+	-
Пыль	++	++	±	+	-
Ветер	++	++	++	++	+
Фактор дискомфорта	Кустарниковый ярус	Ширина полос	Фронтальная плотность фитомассы	Конфигурация фронтальной плотности	Сомкнутость основных пород
Шум	++	++	++	++	++
Пыль	++	+	++	+	++
Ветер	++	++	++	++	+
Фактор дискомфорта	Рядовая посадка	Шахматная посадка	Свободная посадка	Напочвенный растительный покров	Наличие подроста
Шум	±	±	±	-	+
Пыль	±	+	±	±	+
Ветер	±	++	±	-	+
Примечания: «++» - параметр безусловного влияния на фактор дискомфорта; «+» - параметр, позитивно влияющий на фактор дискомфорта; «±» - параметр, незначительно влияющий на фактор дискомфорта; «-» - отсутствует влияние.					

Из анализа таблицы 6.1 следует, что при определенном сочетании параметрических признаков растительного сообщества появляется вероятность снижения исходного уровня фактора дискомфорта. При этом необходимо учитывать и видовые особенности габитусов растений, сформированных под влиянием урбанизированной среды. Таким образом, максимальная средозащитная эффективность объектов озеленения создается за счет сочетания структурных параметров типов парковых насаждений и их видового состава.

На основании этого проведены исследования влияния периферийной линейной структуры насаждений различных категорий объектов озеленения на снижение воздействий факторов дискомфорта, а также средозащитного потенциала исследуемых видов кустарников по отношению к следующим факторам дискомфорта: шум, взвешенные вещества (пыль), ветер. Допустимые уровни данных факторов для городских территорий представлены в главе 2. Для проведения исследований выбраны объекты озеленения с различной периферийной структурой, расположенные на территориях города Красноярска

с различным уровнем техногенных нагрузок (таблица 6.14). Периферийно-периметральная структура объектов озеленения представлена:

- в скверах – рыхлой линейно-полосовой пространственной структурой с расчлененными локальными участками групп деревьев и кустарников;
- в парках – защитными куртинами, участками крупных зеленых массивов;
- озеленение дорог – однорядные посадки деревьев или кустарников.

Места отбора проб параметров факторов дискомфорта: у «автомобильной дороги», прилегающей к объекту озеленения и за полосой посадок на расстоянии 10 м перпендикулярно автодороге на территории объекта озеленения (рисунок 6.9).



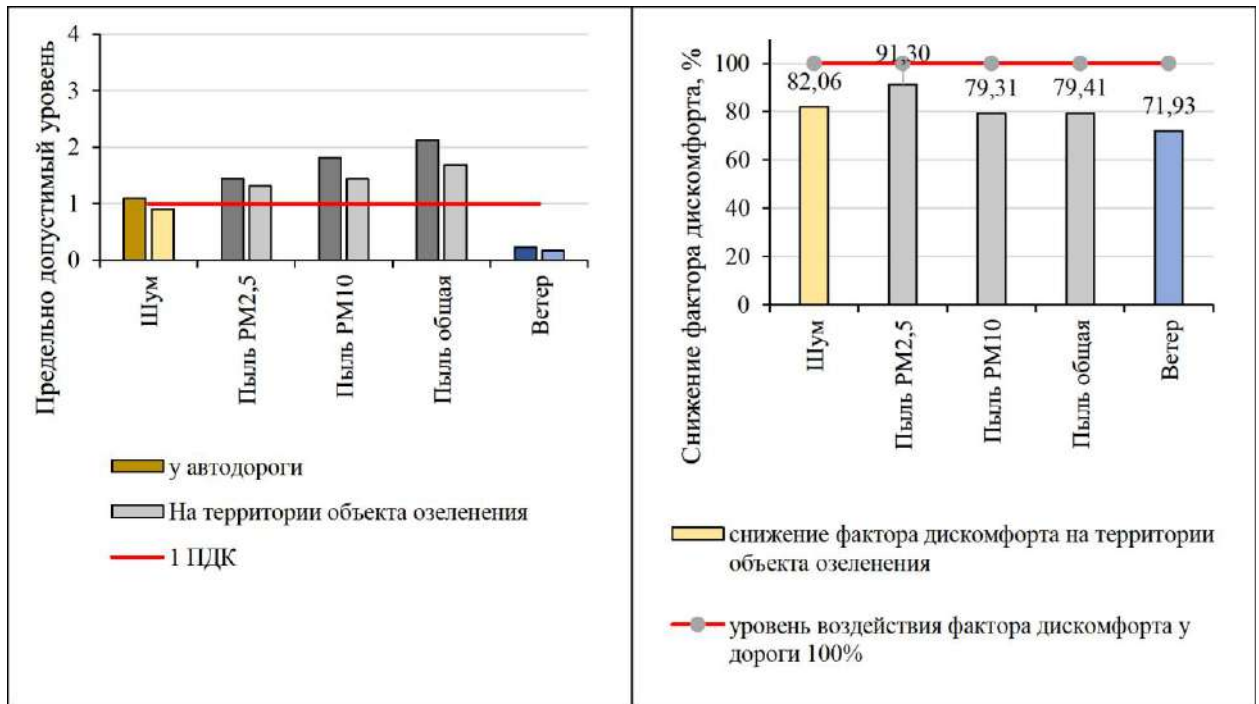
1 – «у автодороги»;
2 – «на территории» объекта озеленения

Рисунок 6.9 – Точки проведения измерений. Сквер на ул. Устиновича,1

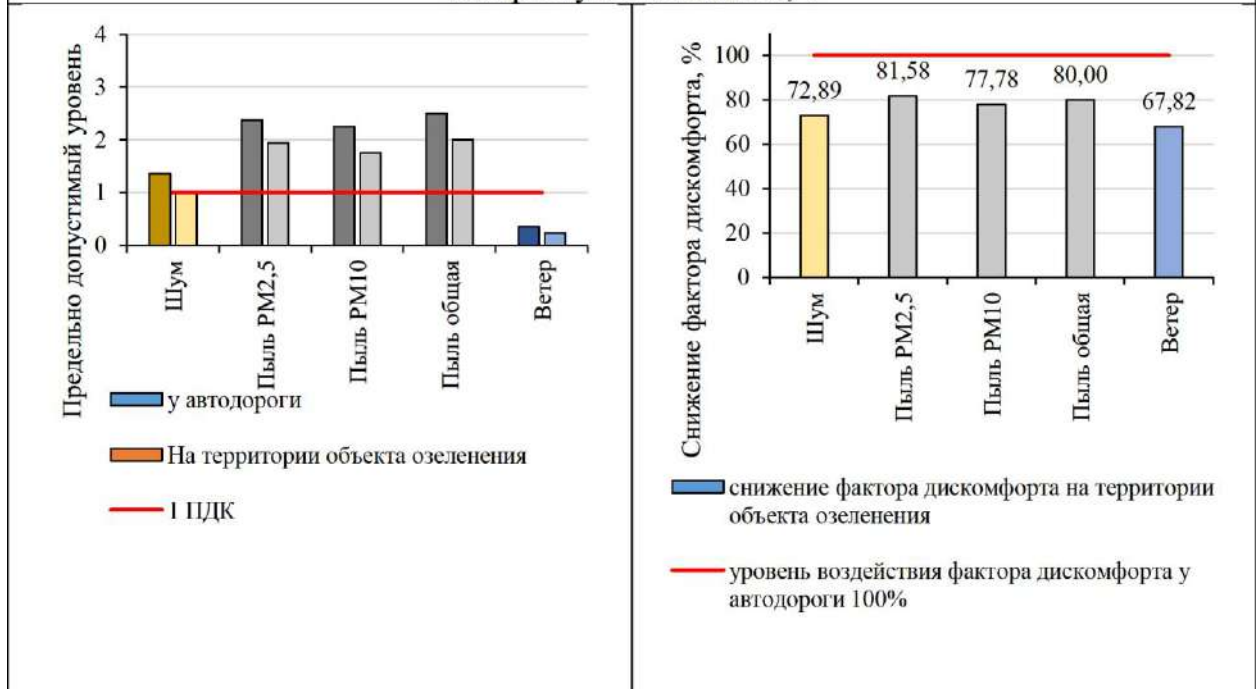
На графиках и в таблице представлены результаты натуральных измерений в долях ПДК (предельно допустимых концентраций) и уровень снижения фактора дискомфорта в двух местах отбора проб: первое – «у автодороги» -расположено возле проезжей части автодороги прилегающей к объекту озеленения, второе - на расстоянии 10 м на территории объекта озеленения (рисунок 6.10; таблица 6.15).

Таблица 6.14 – Исследуемые факторы дискомфорта на объектах озеленения в различных условиях произрастания растений

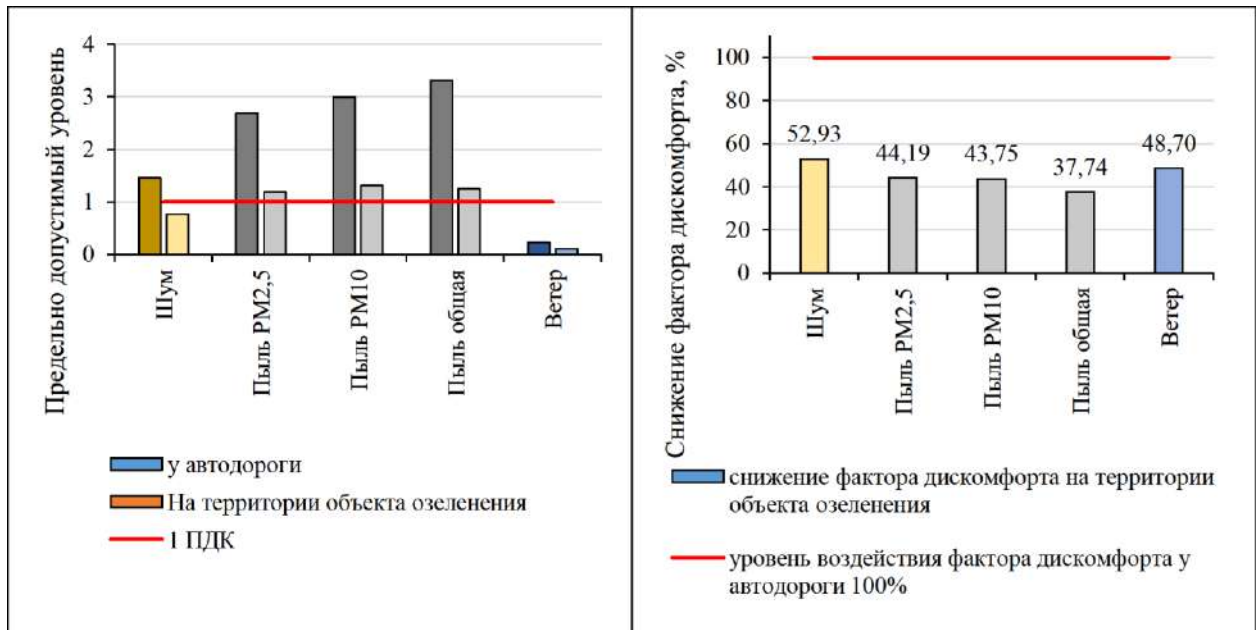
Тип условий произрастания	Улицы и проспекты					Сквер					Парк				
	Место отбора проб: у дороги/ на территории объекта озеленения														
	Шум, дБА	Пыль, мг/м ³			Ветер, м/с	Шум, дБА	Пыль, мг/м ³			Ветер, м/с	Шум, дБА	Пыль, мг/м ³			Ветер, м/с
		PM 2,5	PM 10	Общая пыль			PM 2,5	PM 10	Общая пыль			PM 2,5	PM 10	Общая пыль	
Напряженный	-					ул. Устиновича, 1а					-				
						60,2/ 49,4	0,23/ 0,21	0,29/ 0,23	0,34/ 0,27	1,14/ 0,82					
Конфликтный	проспект Мира					«им. А.С. Пушкина»					«Гвардейский»				
	82,6/ 79,00	0,56/ 0,51	0,49/ 0,45	0,58/ 0,55	1,81/ 1,76	74,5/ 54,3	0,38/ 0,31	0,36/ 0,28	0,40/ 0,32	1,74/ 1,18	80,3/ 42,5	0,043/ 0,19	0,48/ 0,21	0,53/ 0,20	1,15/ 0,56
Критический	улица Калинина					«Одесский»					-				
	82,1/ 76,30	0,58/ 0,53	0,52/ 0,48	0,62/ 0,56	2,03/ 1,95	80,8/ 69,20	0,56/ 0,48	0,54/ 0,46	0,62/ 0,50	2,03/ 1,5					



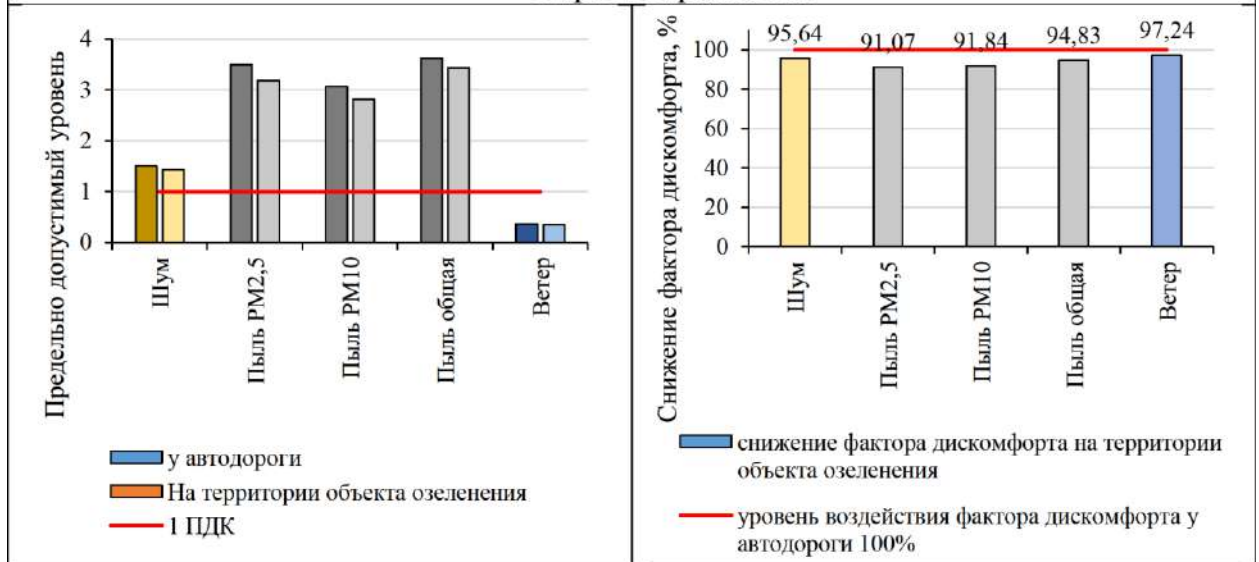
Сквер на ул. Устиновича, 1



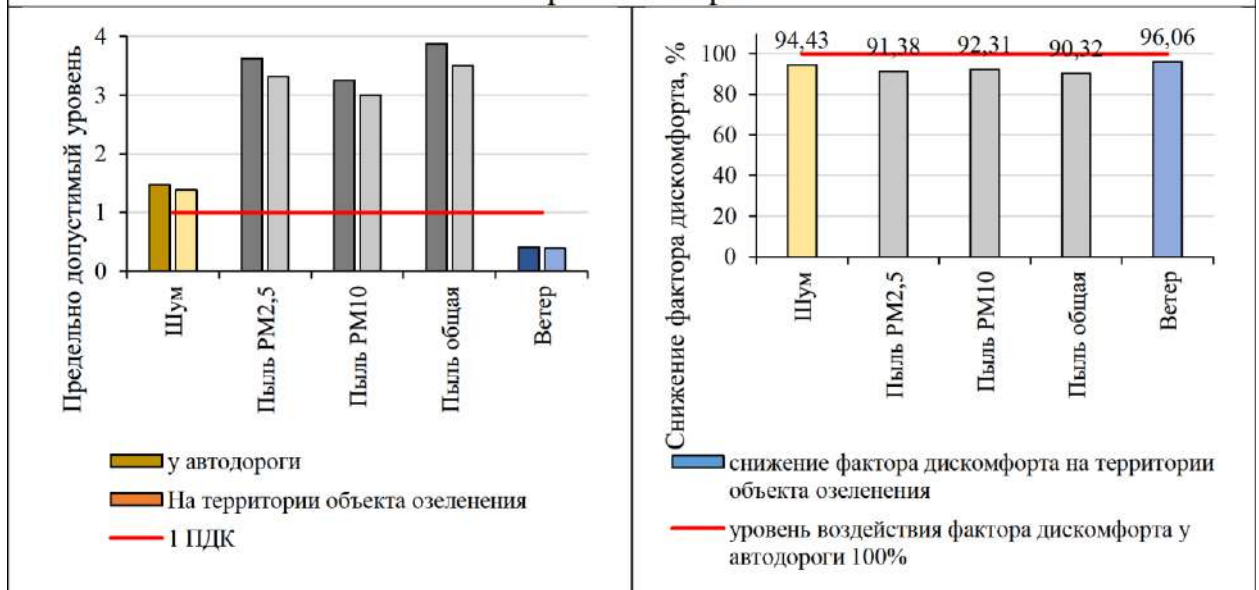
Сквер им. А.С. Пушкина



Парк «Гвардейский»



Проспект Мира



Улица Калинина

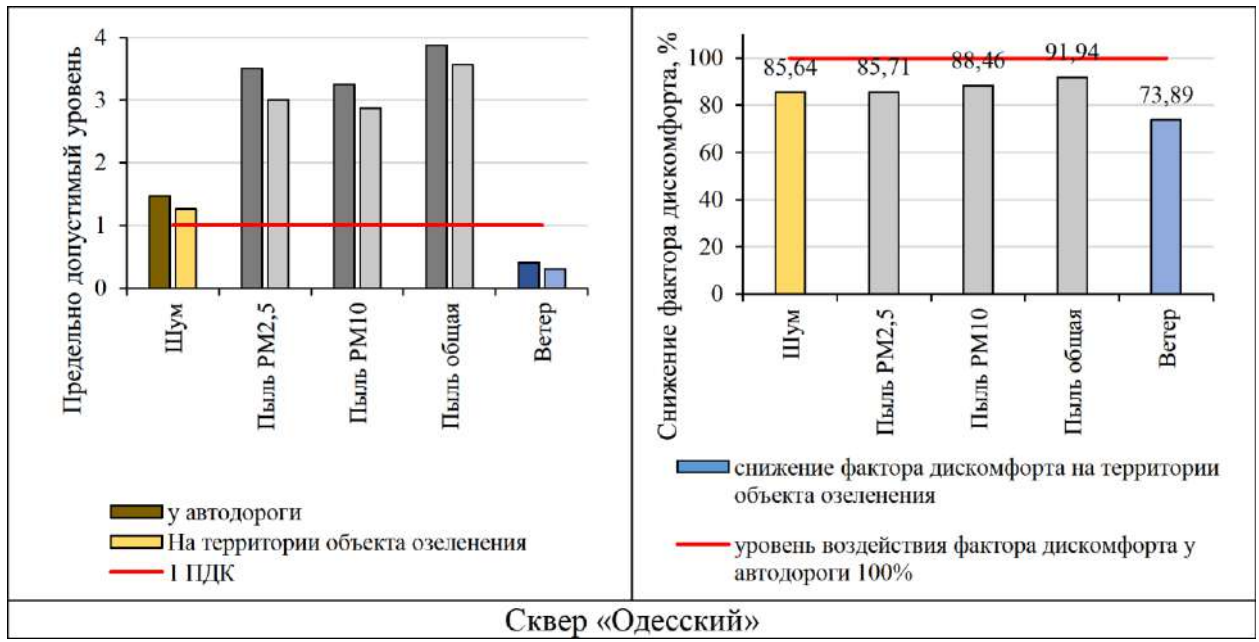


Рисунок 6.10 - Снижение уровней факторов дискомфорта на территории объекта озеленения относительно воздействия данных факторов у автодороги

Таблица 6.15 - Результаты снижения уровней факторов дискомфорта на территории объекта озеленения относительно воздействия данных факторов у автодороги

Факторы дискомфорта	Снижение уровней факторов дискомфорта на территории объекта озеленения относительно воздействия данных факторов у автодороги, %								
	Тип условий произрастания								
	напряженный			конфликтный			критический		
	Озеленение улиц	Скверы	Парки	Озеленение улиц	Скверы	Парки	Озеленение улиц	Скверы	Парки
Шум	-	17,94±0,23	-	4,36±0,01	27,11±0,06	47,07±0,89	10,40±0,34	33,79±1,06	-
Пыль РМ 2,5	-	8,70±0,02	-	8,93±0,28	18,42±0,14	55,81±1,016	8,62±0,98	11,11±0,96	-
РМ 10	-	20,69±0,15	-	8,16±0,16	22,22±0,12	56,25±1,92	7,69±0,32	11,54±0,89	-
Общая	-	20,59±0,18	-	5,17±0,11	20,00±0,31	62,26±1,98	9,68±0,96	8,06±0,84	-
Ветер	-	28,07±0,30	-	2,76±0,12	32,18±0,01	51,30±0,98	3,94±0,01	26,11±0,95	-

Результаты анализа измеряемых факторов дискомфорта в разных условиях состояния фитосреды и динамика их снижения показала, что:

- на всех исследуемых объектах озеленения *приоритетным* фактором по уровню воздействия на человека и зеленые насаждения являются взвешенные вещества (пыль); количество пыли (мг/м^3) зависит от уровня техногенных воздействий на состояние фитосреды: запыленность среды вдоль автодорог в напряженных условиях в среднем составляет 1,8 ПДК, в конфликтных – 2,9 ПДК, критических – 3,6 ПДК; снижение уровня запыленности зависит от типа объекта озеленения: минимальное снижение создают насаждения вдоль улиц – от 5 до 9 %, в скверах – в напряженных и конфликтных условиях снижение в среднем составляет 22%, в критических – 10%; максимальное снижение наблюдается – в парках до 62%; в парках значение уровня загрязнения по взвешенным веществам в долях ПДК снизилось в 1,5 раза в среднем с 3х до 1,25 ПДК и практически приблизилось к нормативным значениям;

- *следующим* по уровню воздействия на человека является шум в основном от большого количества автомашин; максимальное значение отмечено на ул.

Калинина и на пр. Мира 95,6 и 89,6 дБ, соответственно, что на 40,6 и 35,6 дБ превышает нормативное значение (55дБ), который воздействует на нервную систему человека, вызывает беспокойство, раздражение, неврозы; в условиях повышенного шумового фона на 15-25% возрастает утомляемость, снижается концентрация внимания и результативность умственной деятельности (Санитарные нормы,). На данных типах объектов озеленения в виде однорядных посадок с высокоподнятой кроной вдоль улиц – прослеживается минимальное снижение уровня шума – на 4,6 % на ул. Калинина и на 5,7 % на пр. Мира; уровень шума при этом остается на том же уровне, также превышая нормативные значения в 1,5 раза. Это связано, с тем, что насаждения представлены рядовыми посадками высокими деревьями с высотой штамба от 3,5 до 5 м, шумовая волна распространяется на более низком уровне и данный тип озеленения не играет важной роли в снижении данного фактора дискомфорта. Зеленая полоса скверов снижает данный показатель от 17 до 33 %, парков – на 47%, уровень шума в центральных частях скверов и парков достигает нормативных значений;

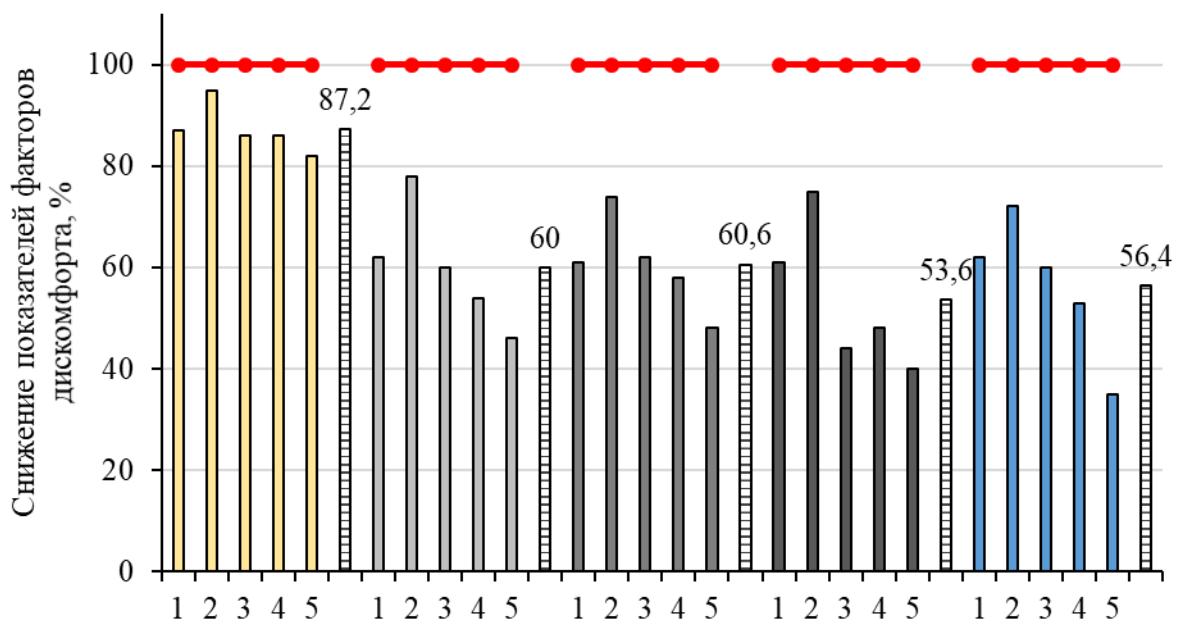
- ветровые нагрузки на исследуемых объектах озеленения *не достигают дискомфортных* значений для городских условий (менее 5 м/с), при этом как показали натурные измерения, зеленые насаждения оказывают снижающее воздействие и на данный показатель: рядовые посадки вдоль дорог оказывают минимальное воздействие, при котором скорость ветра снижается в среднем на 3%, максимальное снижение оказывают периферийные насаждения парков – на 51%, скверов – на 28 %. Таким образом, сложившаяся планировочная структура периферийных посадок на различных типах объектах озеленения соответствующим образом влияет на снижение уровней воздействия факторов дискомфорта.

6.4 Оценка средозащитного потенциала кустарников в условиях городской среды

Функциональный анализ влияния древесных растений на городскую среду выявил основные направления средозащитного потенциала кустарников, способствующие созданию комфортной среды для жителей города, что особенно важно в условиях урбанизации и изменения климата. На основании этого нами проведен ряд исследований, направленных на установление изменения количественных показателей факторов дискомфорта, таких как пыль, шум и ветер, в зависимости от пространственной структуры и конструкции зеленых насаждений из исследуемых видов кустарников.

В Приложении Ж представлены результаты экспериментальных исследований на изменение факторов дискомфорта в зависимости от параметров структуры зеленых насаждений из кустарников (средние значения по выборкам). На рисунках 6.11 – 6.15 – представлен сравнительный анализ влияния структуры насаждения и вида кустарника на изменение фактора дискомфорта: шум, взвешенные вещества (2,5 PM, 10 PM, пыль общая).

Сирень венгерская



1 - Плотно стриженная живая изгородь; 2 - Живая изгородь с оголившимися стволами; 3 - Свободно растущая живая изгородь; 4 – Массив; 5 - Двухрядная плотно стриженная живая изгородь

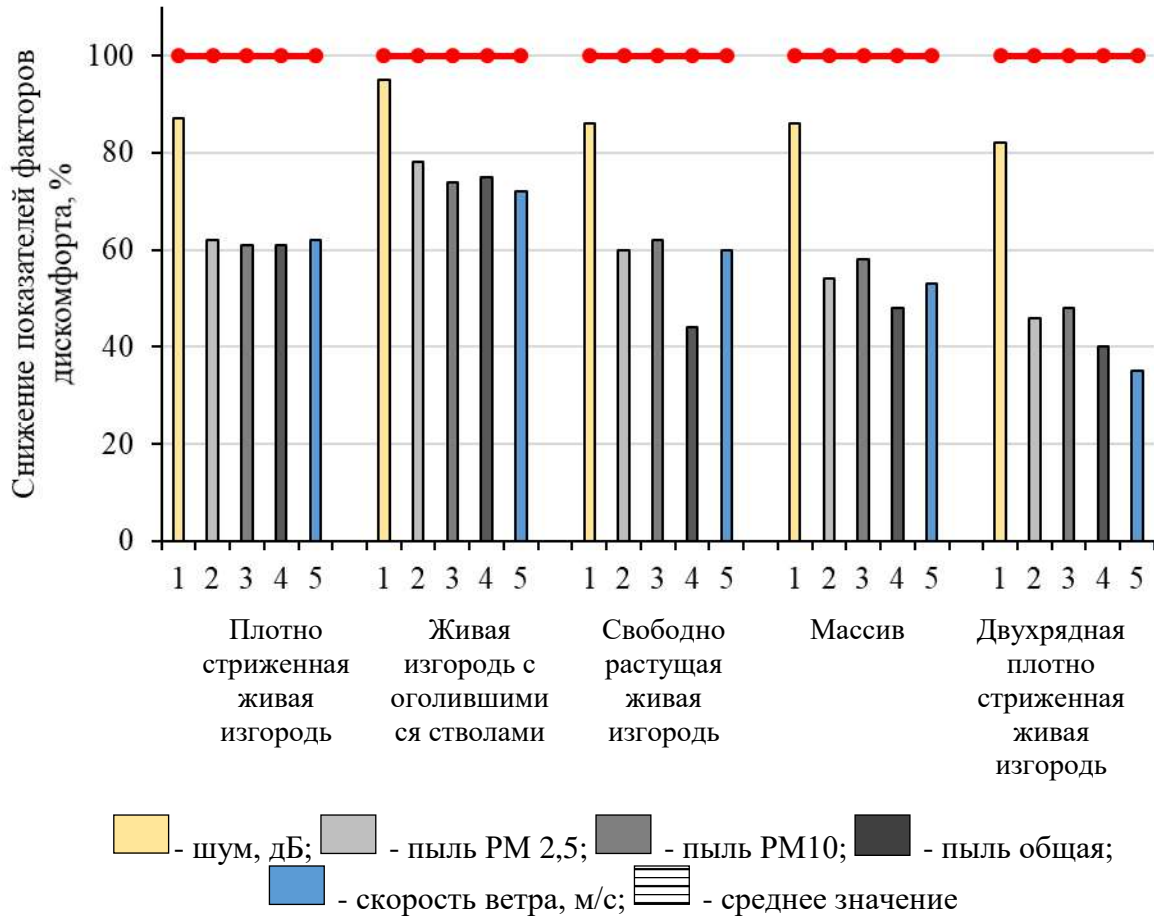
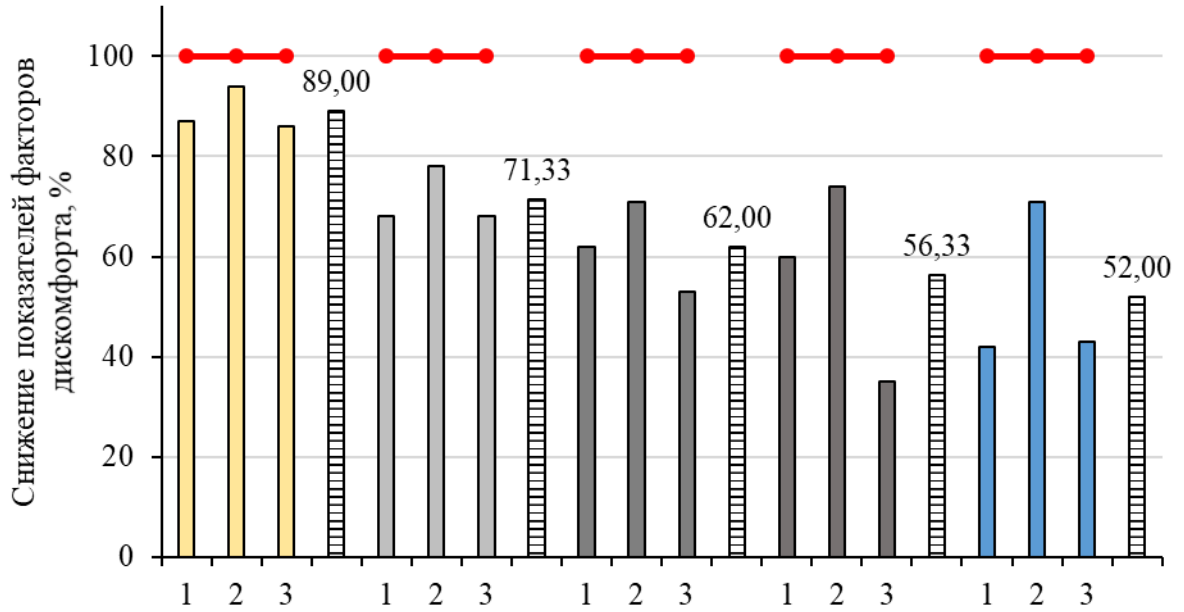
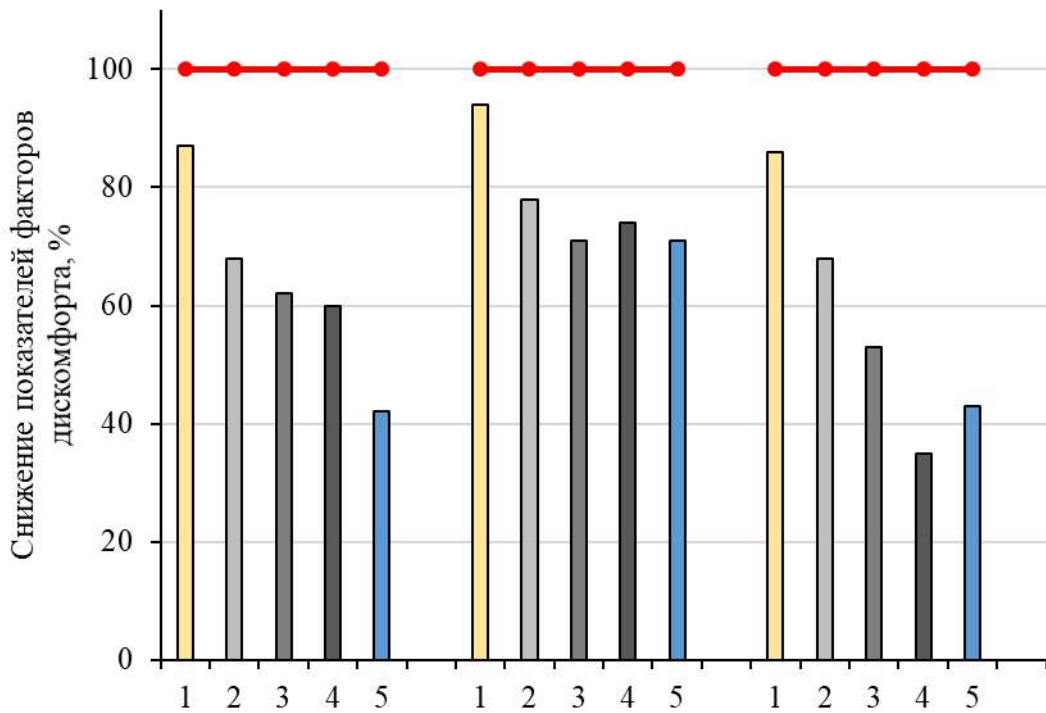


Рисунок 6.11 – Влияние структуры насаждения и вида кустарника на изменение фактора дискомфорта. Сирень венгерская

Кизильник блестящий



1 - Плотно стриженная живая изгородь; 2 - Живая изгородь с оголившимися стволами; 3 - Свободно растущая живая изгородь

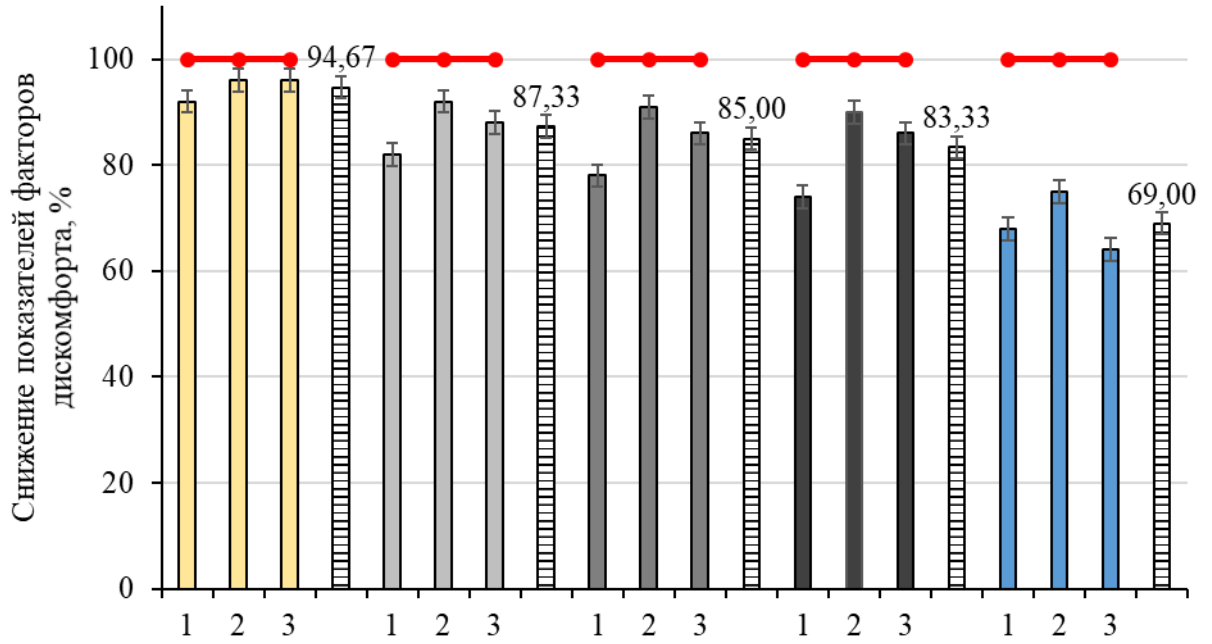


Плотно стриженная живая изгородь Живая изгородь с оголившимися стволами Свободно растущая живая изгородь

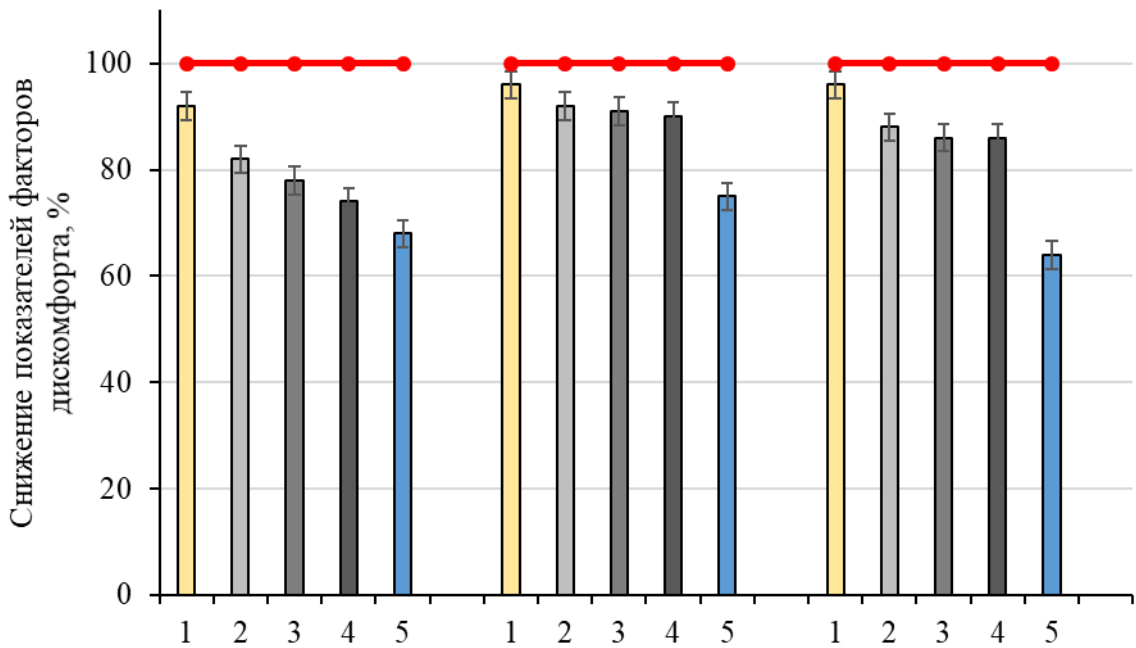
- шум, дБ;
 - пыль PM 2,5;
 - пыль PM10;
 - пыль общая;
 - скорость ветра, м/с;
 - среднее значение

Рисунок 6.12 – Влияние структуры насаждения и вида кустарника на изменение фактора дискомфорта. Кизильник блестящий

Карагана древовидная



1 - Плотно стриженная живая изгородь; 2 - Живая изгородь с оголившимися стволами; 3 - Свободно растущая живая изгородь

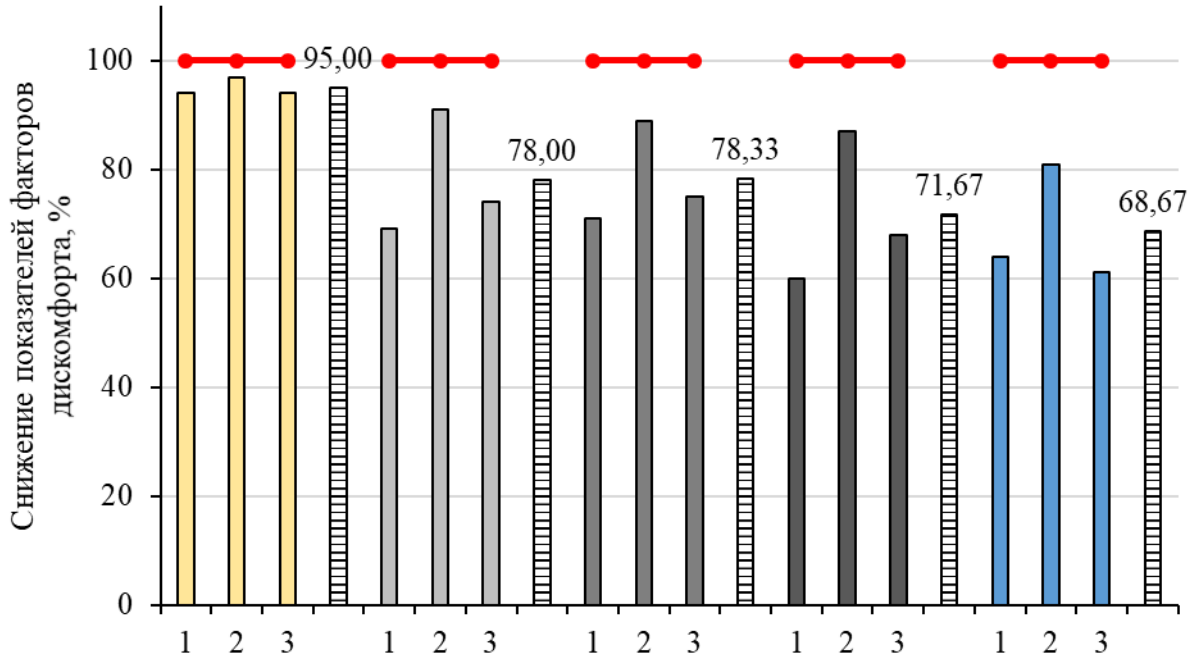


Плотно стриженная живая изгородь Живая изгородь с оголившимися стволами Свободно растущая живая изгородь

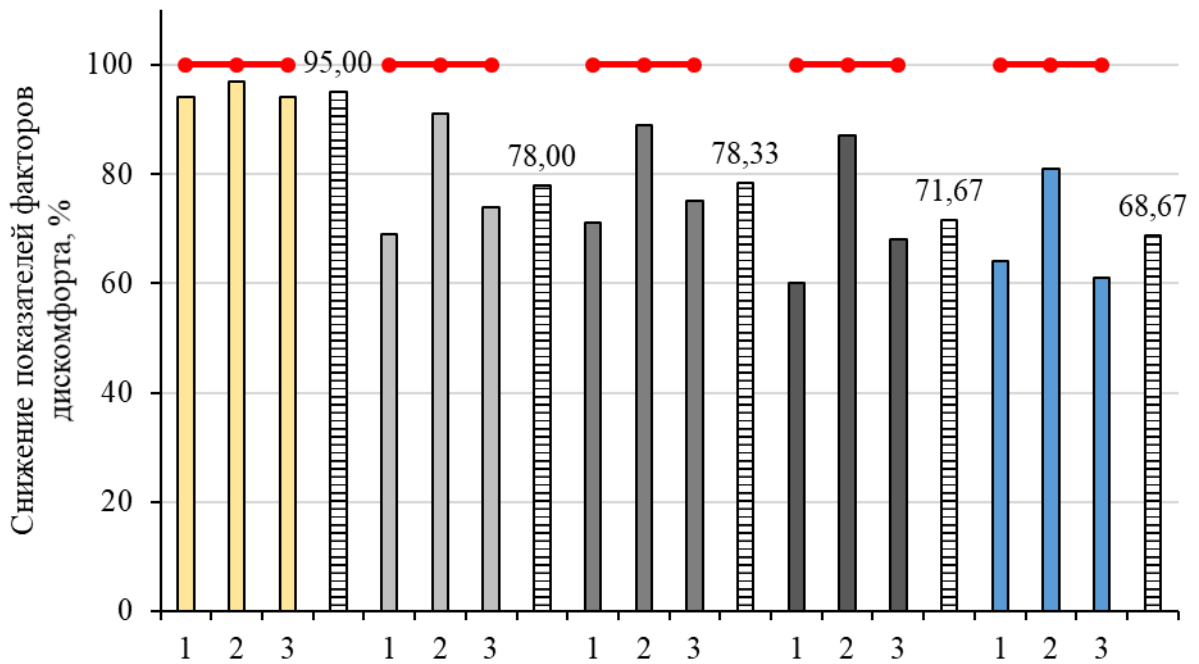
- шум, дБ;
 - пыль PM 2,5;
 - пыль PM10;
 - пыль общая;
 - скорость ветра, м/с;
 - среднее значение

Рисунок 6.13 – Влияние структуры насаждения и вида кустарника на изменение фактора дискомфорта. Карагана древовидная

Жимолость татарская



1 - Плотно стриженная живая изгородь; 2 - Живая изгородь с оголившимися стволами; 3 - Свободно растущая живая изгородь

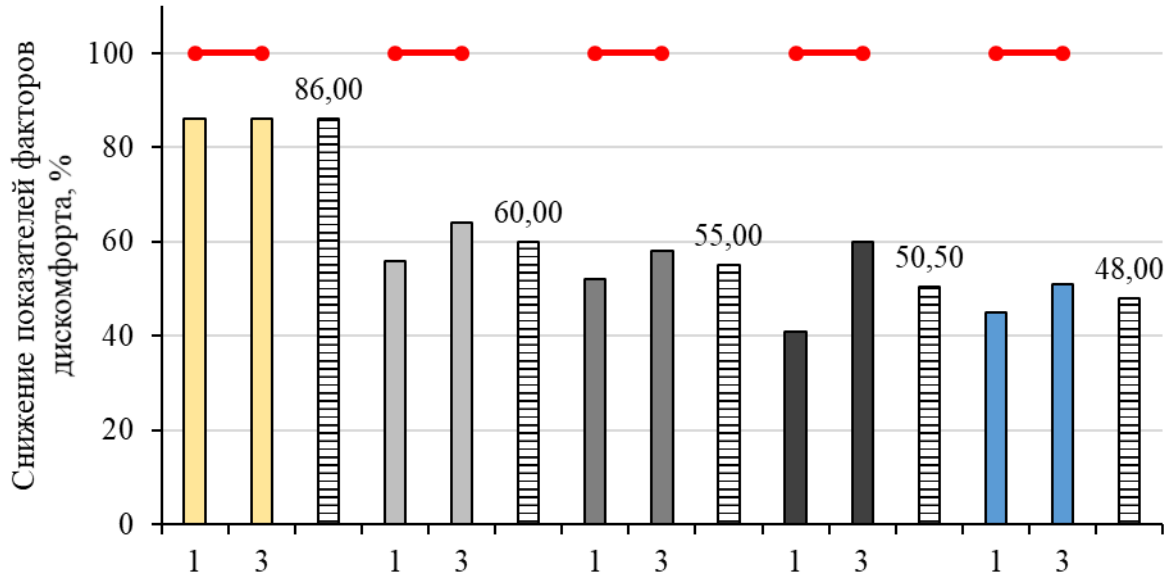


Плотно стриженная живая изгородь Живая изгородь с оголившимися стволами Свободно растущая живая изгородь

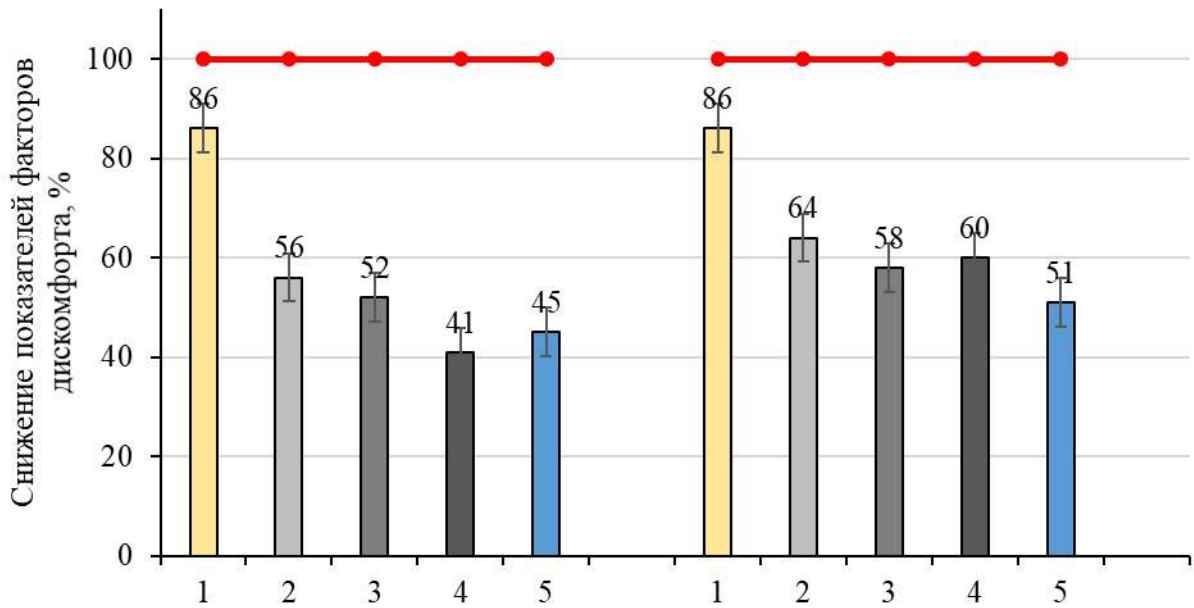
- шум, дБ;
 - пыль PM 2,5;
 - пыль PM10;
 - пыль общая;
 - скорость ветра, м/с;
 - среднее значение

Рисунок 6.14 – Влияние структуры насаждения и вида кустарника на изменение фактора дискомфорта. Жимолость татарская

Смородина двуиглая



1 - Плотно стриженная живая изгородь; 3 - Свободно растущая живая изгородь



Плотно стриженная живая изгородь Свободно растущая живая изгородь

- шум, дБ;
 - пыль PM 2,5;
 - пыль PM10;
 - пыль общая;
 - скорость ветра, м/с;
 - среднее значение

Рисунок 6.15 – Влияние структуры насаждения и вида кустарника на изменение фактора дискомфорта. Смородина двуиглая

Результаты проведенных исследований позволили установить, что все типы пространственной структуры насаждений и виды кустарников влияют на снижение факторов дискомфорта, но имеются видовые и структурные особенности.

Шум – максимальное снижение составило 18 %, минимальное – 3%;

– выделяется два уровня снижения шума (таблица 6.16). Сравнительный анализ количественных характеристик и видовых особенностей кустарников по способности к снижению шума представлен в таблице 6.16. На рисунке 6.16 представлен сравнительный анализ изменения исследуемых факторов дискомфорта в зависимости от пространственной структуры насаждений и видов кустарников.

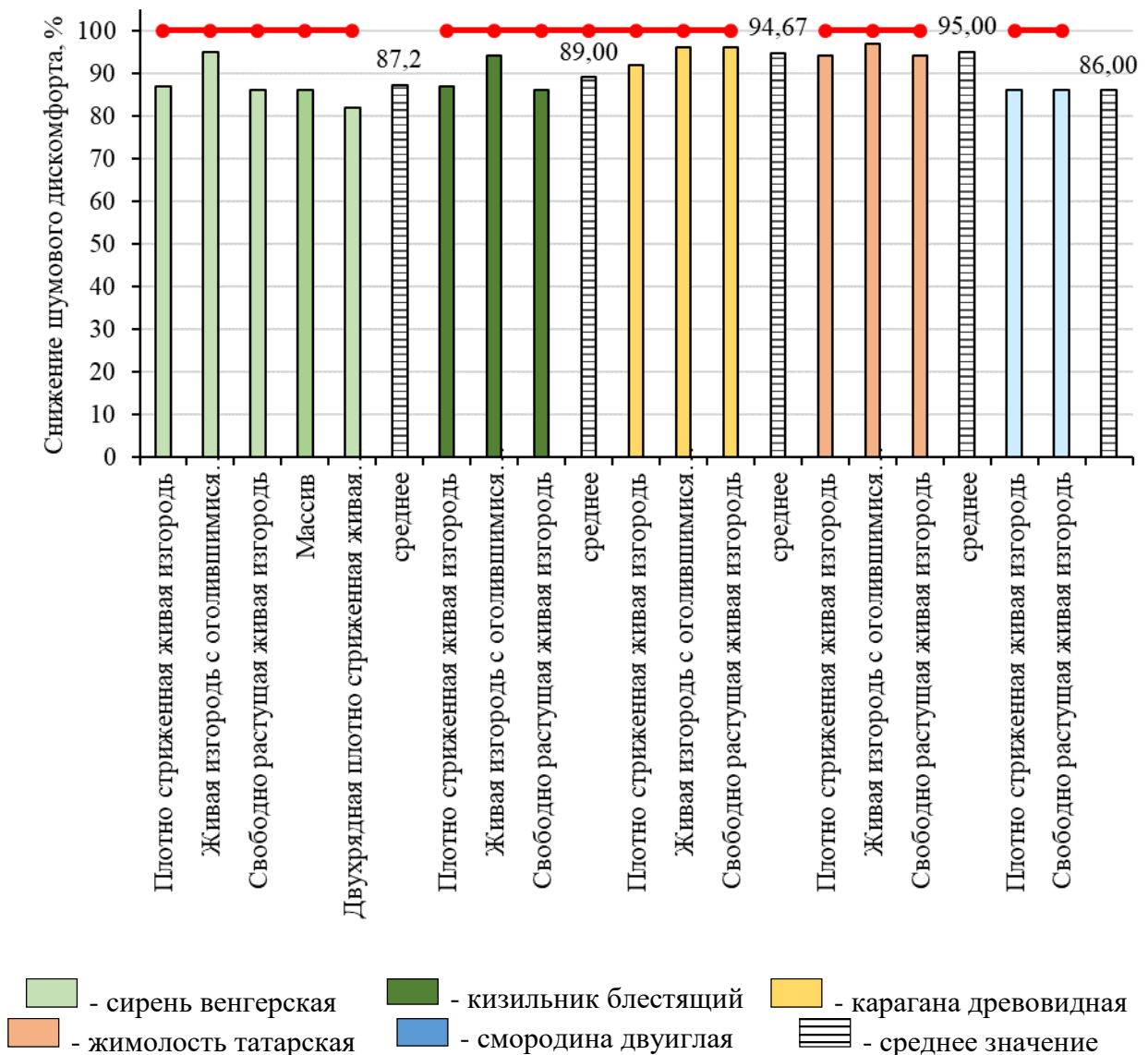


Рисунок 6.16 – Снижение уровня шума исследуемыми видами кустарников с различной пространственной структурой насаждений

Таблица 6.16 – Уровни снижения шума исследуемыми видами кустарников в зависимости от пространственной структуры насаждений

Пространственная структура насаждения	Уровень снижения шума	
	высокий	низкий
	10 % и более	менее 10%
Плотно стриженная живая изгородь	Сирень венгерская Кизильник блестящий Смородина двуиглая	Карагана древовидная Жимолость татарская
Живая изгородь с оголившимися стволами		Сирень венгерская Кизильник блестящий Карагана древовидная Жимолость татарская
Свободно растущая живая изгородь;	Сирень венгерская Кизильник блестящий Смородина двуиглая	Карагана древовидная Жимолость татарская
Массив	Сирень венгерская	
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	Сирень венгерская	

Таким образом, живая изгородь с оголившимися стволами независимо от вида кустарника является пространственной структурой, наименее подходящей для снижения шумовой нагрузки, соответственно необходимо соблюдать технологические требования нормативных документов [Правила, 2021] по формированию плотно стриженных изгородей. Карагана древовидная и жимолость татарская являются видами с наименьшей шумоснижающей способностью независимо от структуры насаждения. Сирень венгерская, кизильник блестящий и смородина двуиглая обладают высокими равноценными шумоснижающими свойствами.

Взвешенные загрязняющие вещества - пыль разных фракций отличается по размеру частиц, их воздействию на рост растений и здоровье человека (глава 1). Как показали результаты исследований прослеживается общая тенденция снижения твердых загрязняющих веществ различных фракций (рис. 6.17 – 6.19).

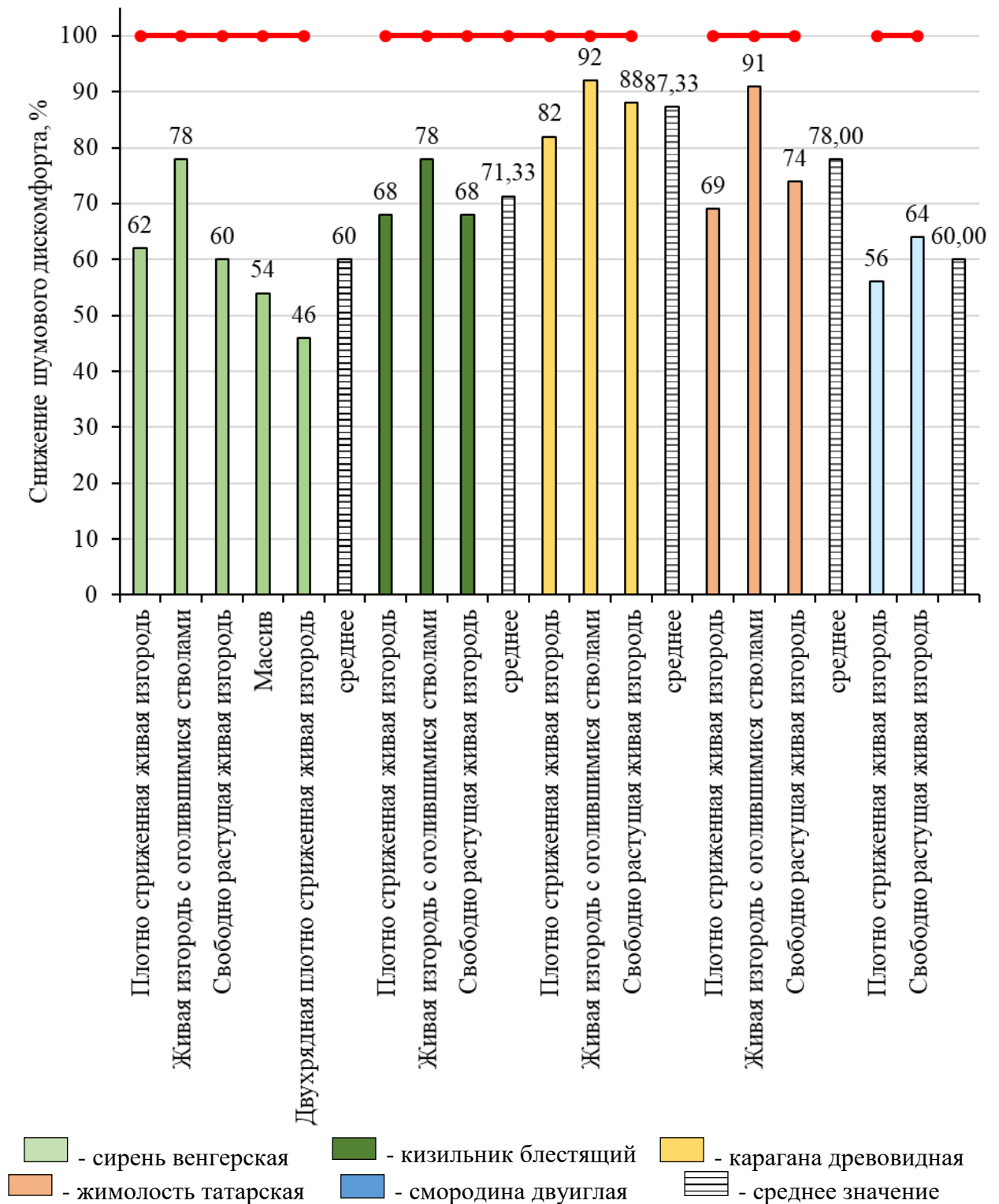


Рисунок 6.17 – Снижение взвешенных частиц (2,5 РМ пыль) исследуемыми видами кустарников с различной пространственной структурой насаждений

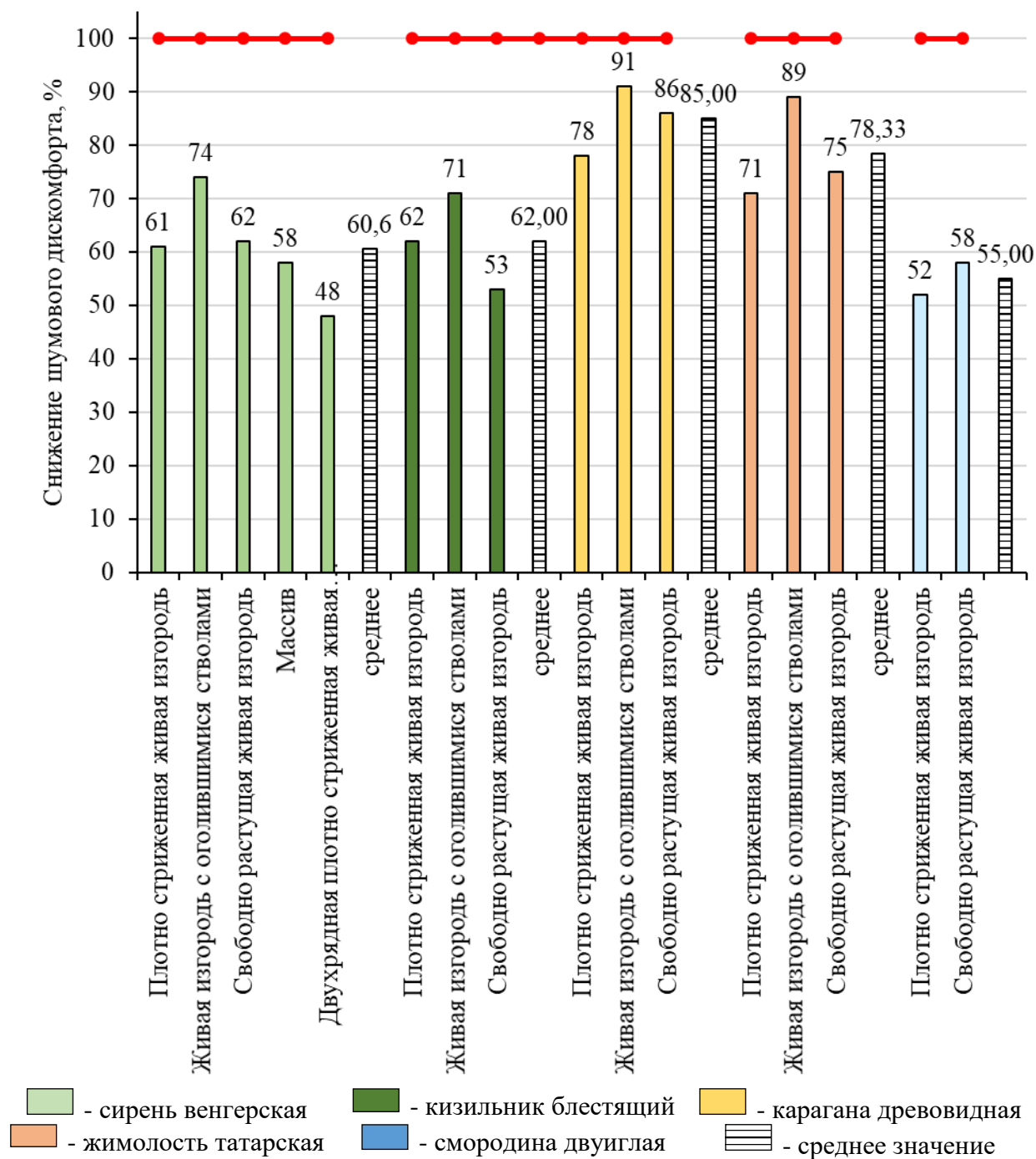


Рисунок 6.18 – Снижение взвешенных частиц (10 РМ пыль) исследуемыми видами кустарников с различной пространственной структурой насаждений

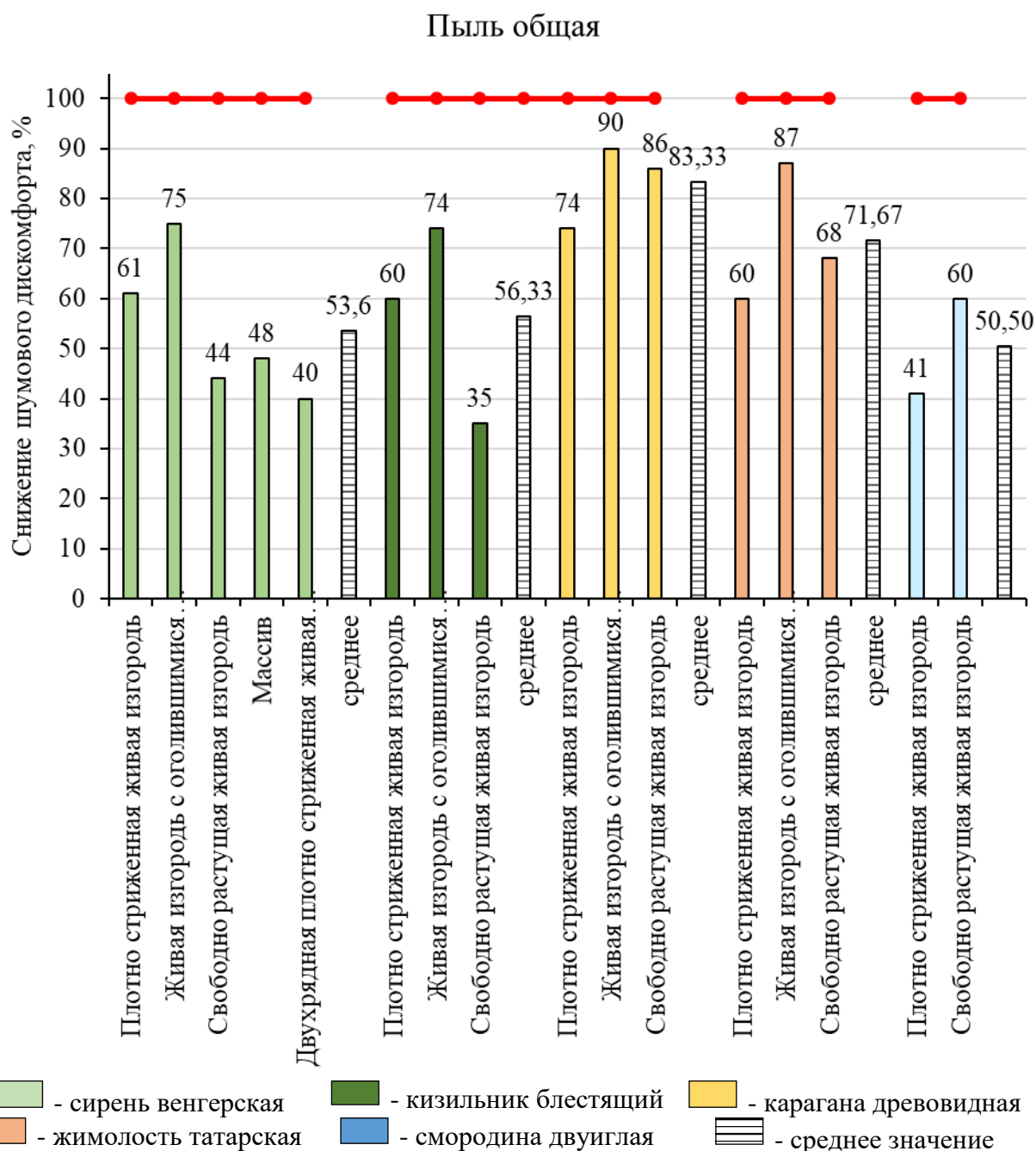


Рисунок 6.19 – Снижение взвешенных частиц (пыль общая) исследуемыми видами кустарников с различной пространственной структурой насаждений

Максимальное снижение пыли исследуемыми видами кустарников составило 60 %, минимальное – 9 %; при этом выделяется три уровня снижения запыленности насаждениями из исследуемых видов кустарников. Сравнительный анализ количественных характеристик и видовых особенностей кустарников по способности к снижению взвешенных частиц представлен в таблице 6.17.

Таблица 6.17 – Уровни снижения твердых загрязняющих веществ исследуемыми видами кустарников в зависимости от пространственной структуры насаждений

Пространственная структура насаждения	Уровень снижения твердых загрязняющих веществ		
	высокий	средний	низкий
	31 % и более	30 - 20 %	менее 20%
Плотно стриженная живая изгородь	Сирень венгерская Кизильник блестящий Смородина двуиглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Живая изгородь с оголившимися стволами		Сирень венгерская Кизильник блестящий	Карагана древовидная Жимолость татарская
Свободно растущая живая изгородь;	Сирень венгерская Кизильник блестящий Смородина двуиглая	-	Карагана древовидная Жимолость татарская
Массив	Сирень венгерская	-	-
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	Сирень венгерская	-	-

Таким образом, аналогично со снижением уровня шума, живая изгородь с оголившимися стволами является пространственной структурой, наименее подходящей для снижения запыленности, соответственно соблюдение технологических требований нормативных источников [ФЗ №96, 1999, СП 42.13330.2016] по формированию плотно стриженных изгородей является обязательным условием повышения средозащитных качеств зеленых насаждений. При этом сирень венгерская и кизильник блестящий в большей степени снижают запыленность территории по сравнению с караганой древовидной и жимолостью татарской на 4 и 15 %, соответственно. Наименьшей способностью к снижению шума обладает карагана древовидная, даже плотно стриженная живая изгородь из данного вида кустарника снижает запыленность в среднем на 12%, живая изгородь с оголившимися стволами – на 9 %, свободно растущая живая изгородь – на 13%. При этом средние значения у кизильника блестящего составляют - 36%, 25%, 47%; у сирени венгерской – 38%, 25%, 48 %, соответственно.

Скорость ветра. В зависимости от скорости ветра на территории г. Красноярска выделяется три зоны. В зонах, где превышает предел комфортности по скорости ветра – на открытых пространствах, вдоль автодорог,

на периферийных территориях объектов озеленения и др. - необходимо ее снижение (глава 3). Максимальное снижение данного параметра за счет зеленых насаждений составило 65 %, минимальное – 19 % (рисунок 6.20);

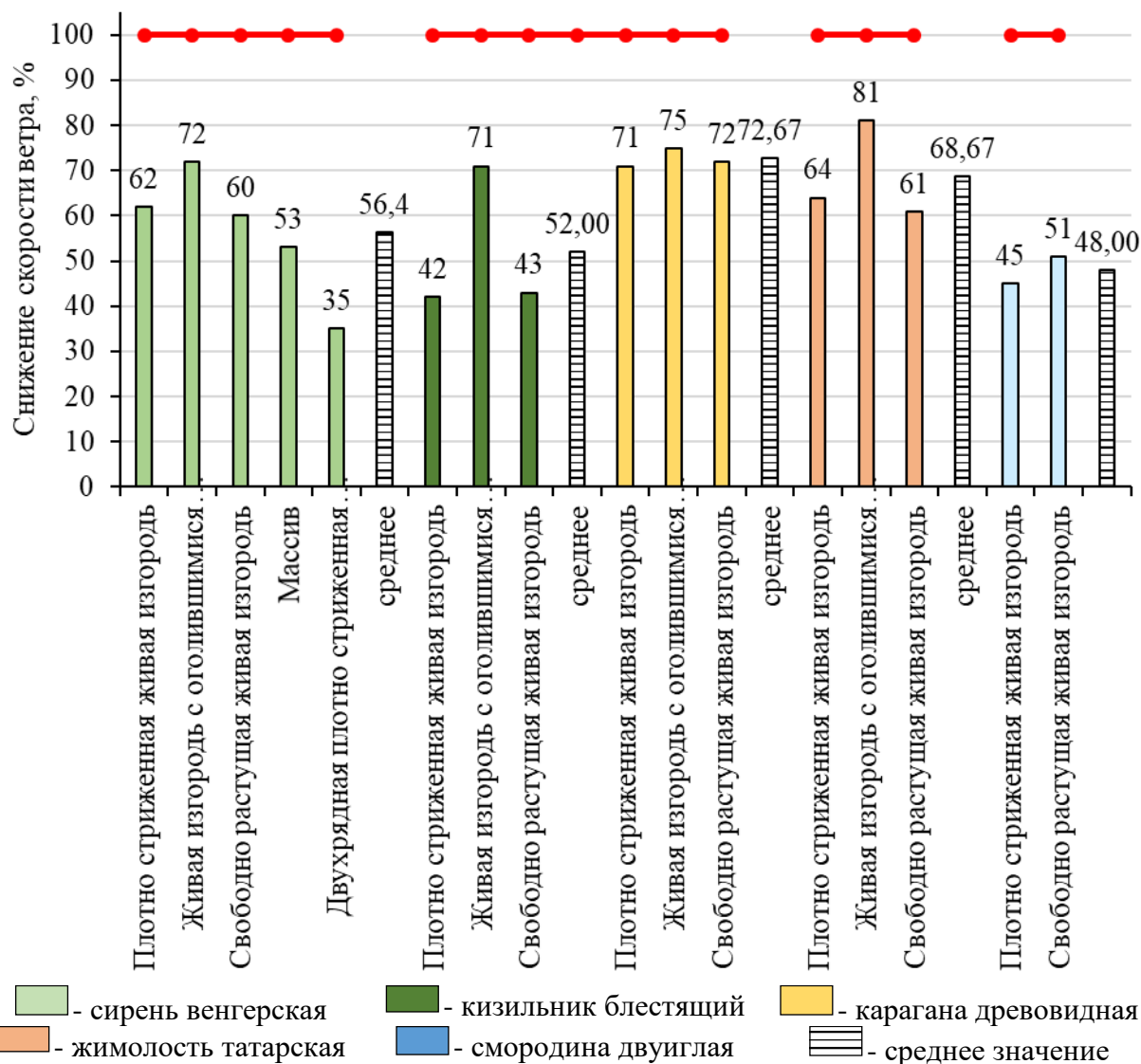


Рисунок 6.20 – Снижение скорости ветра исследуемыми видами кустарников с различной пространственной структурой насаждений

Выделяется три уровня снижения скорости ветра насаждениями из исследуемых видов кустарников. Сравнительный анализ количественных характеристик и видовых особенностей кустарников по способности к снижению скорости ветра представлен в таблице 6.18.

Таблица 6.18 – Уровни снижения скорости ветра исследуемыми видами кустарников в зависимости от пространственной структуры насаждений

Пространственная структура насаждения	Уровень снижения скорости ветра		
	высокий	средний	низкий
	31 % и более	30 - 20 %	менее 20%
Плотно стриженная живая изгородь	Сирень венгерская Кизильник блестящий Смородина двуиглая	Карагана древовидная	
Живая изгородь с оголившимися стволами		Сирень венгерская Кизильник блестящий Карагана древовидная	Жимолость татарская
Свободно растущая живая изгородь;	Сирень венгерская Кизильник блестящий Смородина двуиглая	Карагана древовидная	-
Массив	Сирень венгерская	-	-
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	Сирень венгерская	-	-

Таким образом, аналогично со снижением уровня шума и пыли, живая изгородь с оголившимися стволами является пространственной структурой, наименее подходящей для снижения скорости ветра, что еще раз подтверждает необходимость соблюдения технологических требований нормативных источников [ГОСТ, 1981] по формированию плотно стриженных изгородей, как условие повышения средозащитных качеств насаждений.

Наименьшей способностью к снижению скорости ветра обладают жимолость татарская и карагана древовидная. Снижение скорости ветра насаждениям:

- наибольшее снижение в других пространственных структурах отмечено у кизильника блестящего – 58 и 59 %, плотно стриженная и свободно растущая, соответственно (таблица 6.19 – 6.20);

- живая изгородь с оголившимися стволами составляет 19 %, у остальных видов при аналогичной пространственной структуре – от 25 до 29%.

Таблица 6.19 – Снижение фактора дискомфорта в зависимости от пространственной и дендрологической структуры насаждения, %

Пространственная структура насаждения	Вид кустарника				
	<i>Сирень венгерская</i>	<i>Кизильник блестящий</i>	<i>Карагана древовидная</i>	<i>Жимолость татарская</i>	<i>Смородина двуликая</i>
	Шум				
Плотно стриженная живая изгородь	13	13	8	6	14
Живая изгородь с оголившимися стволами	5	6	4	3	
Свободно растущая живая изгородь	14	14	4	6	14
Массив	14				
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	18				
	Пыль 2,5 PM				
Плотно стриженная живая изгородь	38	32	18	31	44
Живая изгородь с оголившимися стволами	22	22	8	9	
Свободно растущая живая изгородь	40	32	12	26	36
Массив	46				
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	54				
	Пыль 10 PM				
Плотно стриженная живая изгородь	39	38	22	29	48
Живая изгородь с оголившимися стволами	26	29	9	11	
Свободно растущая живая изгородь	38	47	14	25	42
Массив	42				
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	52				
	Пыль общая				
Плотно стриженная живая изгородь	39	40	26	40	59
Живая изгородь с оголившимися стволами	25	26	10	13	
Свободно растущая живая изгородь	56	65	14	32	40
Массив	52				
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	60				
	Скорость ветра				
Плотно стриженная живая изгородь	38	58	29	36	55
Живая изгородь с оголившимися стволами	28	29	25	19	
Свободно растущая живая изгородь	40	57	28	39	49
Массив	47				
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь	65				

Таблица 6.20 – Сравнительный анализ видовых особенностей кустарников по способности к снижению факторов дискомфорта

Способность к снижению факторов дискомфорта	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Шум	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	Низкая
Пыль	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя	Низкая
Скорость ветра	Высокая	Высокая	Высокая	Низкая	Средняя
Высота и форма кроны	Низкорослый кустарник (до 1 м), с плотной кроной, эффективно снижает скорость ветра на уровне земли.	Средняя высота до 4 м, округлая крона, что способствует равномерному распределению ветра.	Низкорослый кустарник (до 1,5 м) с плотной кроной, снижает скорость ветра на уровне земли.	Средней высоты (до 3 м) с раскидистой кроной, эффективно снижает скорость ветра на среднем уровне	Высокий кустарник (до 6 м) с раскидистой кроной, создает преграду для ветра на высоте, нижняя часть стволов чаще оголенная.
Плотность кроны	Высокая плотность кроны, эффективно снижает скорость ветра	Средняя плотность кроны, обеспечивает умеренное снижение скорости ветра	Высокая плотность кроны, эффективно снижает скорость ветра	Средняя плотность кроны, обеспечивает умеренное снижение скорости ветра	Средняя плотность кроны, обеспечивает умеренное снижение скорости ветра
Листовая поверхность	Мелкие листья, создают меньшее сопротивление ветру	Крупные листья, создают значительное сопротивление ветру	Средние по размеру листья, создают умеренное сопротивление ветру	Средние по размеру листья, создают умеренное сопротивление ветру	Средние по размеру листья, создают умеренное сопротивление ветру
Структура ветвей	Плотная структура ветвей, эффективно снижает скорость ветра.	Разветвленная структура ветвей, эффективно рассеивает ветер.	Плотная структура ветвей, эффективно снижает скорость ветра	Разветвленная структура ветвей, эффективно рассеивает ветер	Разветвленная структура ветвей, эффективно рассеивает ветер в верхней части кроны

Особенности	образует плотную, но сравнительно низкую крону, что делает его эффективным для снижения шума на уровне земли, высота живой изгороди чаще ограничена, и он не сможет существенно снизить шум на высоте человеческого слуха.	быстро растет и достигает значительной высоты, что позволяет ей эффективно снижать уровень шума на высоте человеческого уха. Густая крона с большим количеством листьев и ветвей способствует хорошему поглощению и рассеиванию звуковых волн	образует плотную крону среднего размера, что делает её полезной для снижения шума на уровне человеческого слуха. Однако её средняя скорость роста и ограниченная высота снижают её эффективность по сравнению с сиренью венгерской.	быстро растет и достигает значительной высоты, что позволяет ей эффективно снижать уровень шума на высоте человеческого уха. Густая крона с большим количеством листьев и ветвей способствует хорошему поглощению и рассеиванию звуковых волн	быстро растет и достигает значительной высоты, что позволяет ей эффективно снижать уровень шума на высоте человеческого уха. Густая крона с большим количеством листьев и ветвей способствует хорошему поглощению и рассеиванию звуковых волн
Преимущества	Компактная и плотная крона, что делает его полезным для создания низких шумозащитных барьеров, например, вдоль пешеходных дорожек или вокруг детских площадок	Быстрое образование плотной и высокой кроны, что делает её идеальной для создания высоких шумозащитных экранов вдоль дорог и промышленных объектов	Плотная крона и умеренная высота делают её подходящей для создания шумозащитных барьеров в жилых районах и парках	Быстрое образование плотной и высокой кроны, что делает её идеальной для создания высоких шумозащитных экранов вдоль дорог и промышленных объектов	Быстрое образование плотной и высокой кроны, что делает её идеальной для создания высоких шумозащитных экранов вдоль дорог и промышленных объектов. Хорошо переносит засуху и бедные почвы

Недостатки	Ограниченная высота и низкая скорость роста отодвигают экологический эффект во времени	Требует большого пространства для роста и регулярного ухода, включая обрезку.	Более требовательна к влажности почвы, чем сирень венгерская, и требует больше времени для достижения полного эффекта	Может стать инвазивным видом в некоторых регионах, требует контроля над распространением	Может стать агрессивным сорняком в некоторых регионах, требующим контроля над распространением
Сравнение	Высокая способность к снижению шума: сирень венгерская, смородина двуиглая, кизильник блестящий Средняя способность к снижению шума: жимолость татарская, карагана древовидная				
Выводы и рекомендации	Сирень венгерская, кизильник блестящий, смородина двуиглая демонстрируют достаточно высокие показатели снижения исследуемых факторов дискомфорта. Жимолость татарская и карагана древовидная имеют более низкие показатели по снижению негативных факторов урбосреды. Наибольшее снижение исследуемых факторов дискомфорта наблюдается у кустарников с плотной кроной, крупными листьями и разветвленной структурой ветвей. Среди рассматриваемых видов - кизильник блестящий и смородина двуиглая наиболее эффективно снижают скорость ветра благодаря своей плотной кроне и компактной структуре. Карагана древовидная и сирень венгерская демонстрируют хорошие результаты за счет высоты и раскидистой кроны.				

Пространственная структура средозащитных насаждений.

Концептуальная модель архитектурно-планировочной организации компонентов природоохранных насаждений визуализирована на иллюстрации 6.21 [Черникова, 2024]. Архитектурно-планировочное решение (композиция, форма и характеристики) интегрированного природоохранного элемента озеленения представляет собой ландшафтную структуру, сформированную многослойным расположением древесных и травянистых растений, создающих цельную, непроницаемую структуру насаждения. В таблице 6.21 представлены основные ярусы средозащитного озеленения и использование исследуемых видов кустарников в данных насаждениях.



Рисунок 6.21 - Принципиальная схема объемно-пространственных решений средозащитных насаждений

Таблица 6.21 – Основные ярусы насаждений средозащитного озеленения, использование исследуемых видов кустарников в объемно-пространственной структуре

Ярус	Структура	Вид растений	Основное назначение в структуре насаждения
I - первый ярус	доминантный вид деревьев первой величины	В зависимости от видового состава и назначения насаждения	влияют на улучшение почвенно-климатических условий на объекте
II - второй ярус	деревья первой и второй величины		
III - третий ярус	многоствольные деревья, высокие кустарники	Сирень венгерская Карагана древовидная	обеспечивают защиту внутреннего пространства от перепадов температур, потери влаги, влияния сильных ветров (эффект опушки)
IV - четвертый ярус	средние кустарники	Жимолость татарская Смородина двуликая Кизильник блестящий	
V - пятый ярус	низкие кустарники (кустарнички), папоротники, многолетние травянистые растения	В зависимости от видового состава и назначения насаждения	защита почвы от эрозии, чрезмерного испарения влаги, перегрева, переохлаждения
VI - шестой ярус	травянистые растения, почвопокровные		

Таким образом, исследуемые виды кустарников рекомендуются для использования в качестве элементов (ярусов) в средозащитных насаждениях для защиты от негативных воздействий урбосреды. Данные виды кустарников должны занимать соответствующее место в пространственной многоярусной структуре средозащитных насаждений – создавать «эффект опушки» - обеспечивая защиту внутреннего пространства от влияния сильных ветров, перепадов температур и потери влаги (рисунок 6.21, таблица 6.21).

6.5 Оценка декоративности исследуемых видов кустарников на городских объектах озеленения

В ходе анализа литературных источников (глава 1) и проведенных нами исследований [Авдеева, Иванов, 2024] (глава 6) установлено, что зеленые насаждения, в целом, и кустарники, в частности, обладают значительным средозащитным потенциалом - улучшают качество воздуха, снижают шум и ветровую нагрузку [Балакин, 2019; Сродных, 2012; 2020; Пихтовникова, 2015; Махнеев, 1979]. Одной из ключевых составляющих их средозащитного потенциала является эстетический эффект в формировании визуального облика городских пространств. Разнообразие форм, размеров и окраски кустарников позволяет создавать композиции, создающие город гармоничным и устойчивым на психоэмоциональном уровне. «Зеленый» эстетический эффект создается за счет биоразнообразия видов растений (кустарников), их декоративных свойств (цвет и текстуры), объемно-пространственных композиций, процессов их взаимодействия с окружающей природной и антропогенной средой [Колесников, 1974; Любаская, 1983; Бабич, 2008; 2014].

Декоративная ценность изученных кустарниковых пород была определена с использованием методологии, разработанной в Северном (Арктическом) федеральном университете имени М.В. Ломоносова (Бабич, Залывская, 2014). Данный подход основан на оценке ключевых декоративных характеристик растений, включающих в себя: структуру кроны (архитектонику), продолжительность и интенсивность цветения, колористические и размерные параметры цветков, визуальную привлекательность плодов, наличие и интенсивность аромата цветов и плодов, спектр осенней окраски листвы, степень поврежденности растений, устойчивость к низким температурам и длительность периода вегетации (подробное описание методики в главе 2).

В таблице 6.22 представлены количественные и качественные показатели декоративных свойств проанализированных видов кустарников, полученные в результате применения вышеуказанной методики. Полученные данные

позволяют оценить пригодность различных видов для использования в ландшафтном дизайне и озеленении городских территорий.

Оценка декоративности проводилась в балльной системе от 0 до 5 баллов, где наивысший балл – 5 присваивается растениям, которые отличаются более декоративными свойствами, при снижении декоративности оценка может быть снижена до 0 (глава 2). В таблицах представлен сравнительный анализ данных декоративных свойств исследуемых видов кустарников.

Анализ декоративности кустарников в условиях города Красноярска проводился на объектах озеленения у свободнорастущих кустарников. В процессе проведения экологического мониторинга, оценивалось по 30 экземпляров каждого вида. В Приложении 3 представлены статистические данные по каждому виду. Статистические характеристики признаков декоративности исследуемых видов на объектах озеленения г. Красноярска представлены в Приложении 3, сравнительный анализ на рисунке 6.22 (а – в).

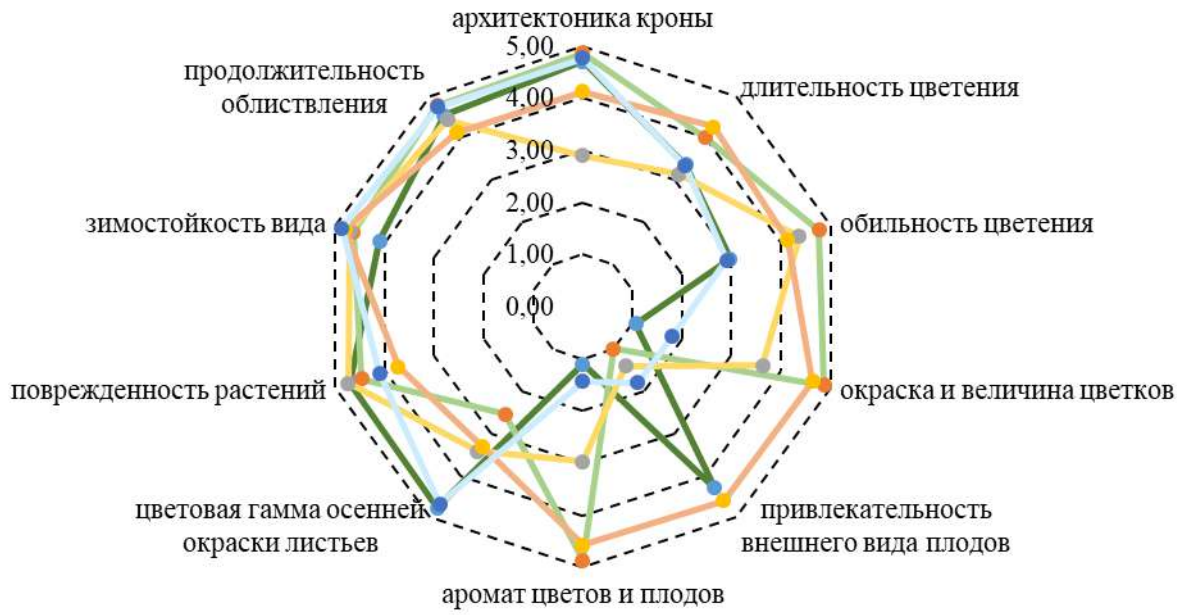
Таблица 6.22 – Декоративные свойства исследуемых видов кустарников

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Цветовая гамма листвы:	Темно-зеленая	Темно-зеленая	Светло-зеленая	Зелено-серая	Ярко-зеленая
Лето					
Осень	пурпурная	желтоватая	желто-красная	тускло-коричневая	желтая
Особенности:	Листья имеют насыщенный темно-зеленый цвет в летний период, что придает ему классический и элегантный вид, осенью листья приобретают яркий пурпурный оттенок, добавляя яркости в осенний пейзаж.	Листья имеют глубокий темно-зеленый цвет в летний период, что делает её привлекательной для создания плотных живых изгородей, осенью листья становятся желтоватого оттенка, постепенно переходя в коричневый.	Листья имеют светло-зеленый цвет в летний период, что добавляет легкости и свежести в дизайн сада, осенью листья меняют цвет на желто-красный, что придаёт кустарнику особую привлекательность в осеннем пейзаже.	Листья имеют зелено-серый оттенок в летний период, что делает её немного менее яркой по сравнению с другими кустарниками, осенью листья теряют цвет и становятся тусклыми, приобретая коричневатый оттенок.	Листья имеют яркий зеленый цвет в летний период, что делает её визуально привлекательной в композициях с другими кустарниками, осенью листья переходят в желтый цвет, добавляя ярких акцентов в осеннюю палитру
Выводы и рекомендации	Сезонные изменения декоративности: Лето: Кизильник блестящий, сирень венгерская и карагана древовидная сохраняют высокий уровень декоративности благодаря насыщенной зеленой окраске своих листьев. Осень: Смородина двухигловая и карагана древовидная приобретают яркие цвета (желто-красные и желтые соответственно), что повышает их декоративность в этот период.				
Карагана древовидная выделяется ярким зеленым цветом листвы летом, что делает её особо заметной в ландшафтном дизайне. Кизильник блестящий и сирень венгерская имеют насыщенный темно-зеленый цвет летом, что подчеркивает их структурные функции в ландшафте. Смородина двухигловая и карагана древовидная добавляют яркости в осенний сезон своими желто-красными оттенками. Жимолость татарская имеет менее выразительную окраску, но её зелено-серая листва летом и тускло-коричневые тона осенью придают ей особый шарм в сочетании с другими кустарниками.					

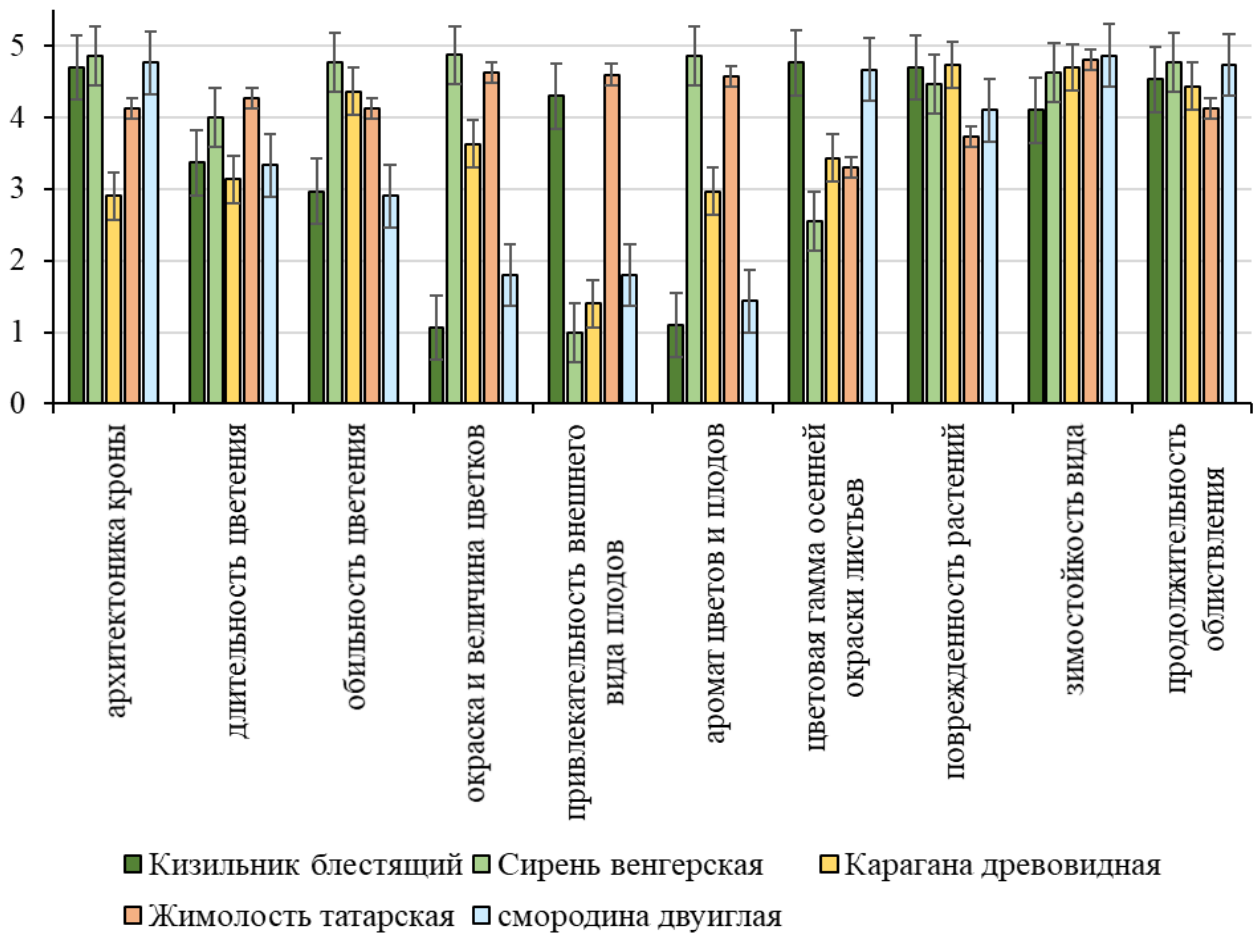
Продолжение таблицы 6.22

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Цветение	играет важную роль в ландшафтном дизайне, определяя эстетическую ценность растений в определенный период времени				
Период цветения	Май-июнь	Конец мая — начало июня	Май-июнь	Май-июнь	Май-июнь
Цветы	Мелкие розовато-белые, собраны в щитковидные соцветия	Белые или кремово-белые, собранные в крупные метелки	Маленькие, незаметные	Розовато-белые, в щитковых соцветиях	Желтые, в кистях
Особенности	Цветы невзрачны, но обильно покрывают кустарник	Обильное цветение с приятным ароматом	Незаметное цветение, но образует плоды	Обильное цветение, привлекает насекомых-опылителей	Обильное цветение, привлекает насекомых-опылителей
Сравнение цветения	Обильное цветение: Жимолость татарская, карагана древовидная. Среднее цветение: Сирень венгерская, кизильник блестящий. Незначительное цветение: Смородина двуглая.				
Выводы и рекомендации	Жимолость татарская и карагана древовидная выделяются обильным и продолжительным цветением. Сирень венгерская и кизильник блестящий также радуют глаз в период цветения, хотя их цветы менее заметны. Смородина двуглая практически нецветущая, но компенсирует это плодоношением.				

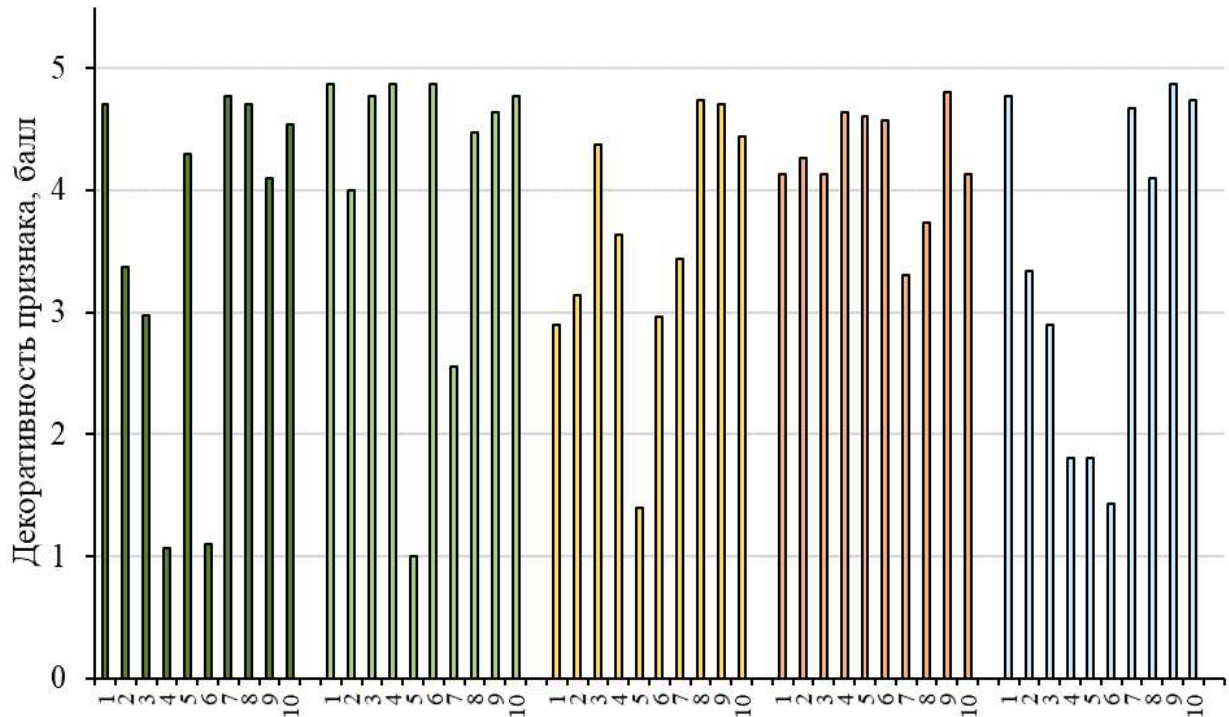
	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Декоративность плодов	играют важную роль в декоративности растений, особенно в осенний и зимний периоды, когда другие элементы декоративности, такие как цветы и листья, могут терять свою привлекательность.				
Особенности	Плоды мелкие, черные, сохраняются на растении всю зиму, что придает кустарнику дополнительную декоративность в зимний период.	Плоды образуются в большом количестве, сохраняются на растении до зимы, придавая кустарнику дополнительный интерес в зимний период.	Плоды съедобные, ярко-красные, сохраняются на растении до зимы, что делает их ценными для сбора и употребления в пищу (не в условиях урбосреды)	Плоды небольшие, синего цвета, остаются на растении до зимы, но их декоративная значимость меньше, чем у других видов.	Плоды маленького размера, сохраняются на растении до зимы, но их декоративная ценность не столь велика, как у других видов
Декоративная ценность плодов	Высокая	Значительная	Очень высокая	Средняя	Низкая
Сравнение	Смородина двухигловая обладает наивысшей декоративной ценностью плодов среди рассматриваемых кустарников, благодаря своим крупным, ярким и сохраняющимся плодам. Сирень венгерская и кизильник блестящий также имеют высокую декоративную ценность плодов, что делает их важными элементами в ландшафтном дизайне. Жимолость татарская и карагана древовидная имеют более низкую декоративную ценность, но все же добавляют интерес в зимние и осенние композиции.				
Выводы и рекомендации	Данные кустарники с декоративными плодами являются ценными компонентами ландшафтного дизайна, особенно в зимний и осенний сезоны, когда другие элементы декоративности теряют свою значимость.				



а) Декоративность кустарников по общей сумме баллов



б) Индивидуальные данные по каждому виду



Оценка декоративности кустарников

Вид кустарника: ■ - Сирень венгерская ■ - Кизильник блестящий
■ - Карагана древовидная ■ - Жимолость татарская ■ - Смородина двуиглая

1 - архитектура кроны; 2 - длительность цветения; 3 - обильность цветения; 4 - окраска и величина цветков; 5 - привлекательность внешнего вида плодов; 6 - аромат цветов и плодов; 7 - цветовая гамма осенней окраски листьев; 8 - поврежденность растений; 9 - зимостойкость вида; 10 - продолжительность облиствления

в) Индивидуальные данные по каждому декоративному признаку

Рисунок 6.22 – Декоративность исследуемых видов кустарников

Результаты анализа декоративности исследуемых видов кустарников показали, что:

- суммарный балл всех исследуемых кустарников находится в пределах 31 – 47 баллов, что подтверждает высокую декоративность данных видов растений;
- ряд декоративности кустарников по общей сумме баллов от больших значений к меньшим: жимолость татарская - 42,30; сирень венгерская - 40,79; карагана древовидная - 35,70; кизильник блестящий - 35,61; смородина двуиглая - 34,40 (рисунок 6.23); расхождения в значениях не значительные; у каждого вида есть свои преимущества, которые необходимо использовать при создании объемно-пространственных композиций;

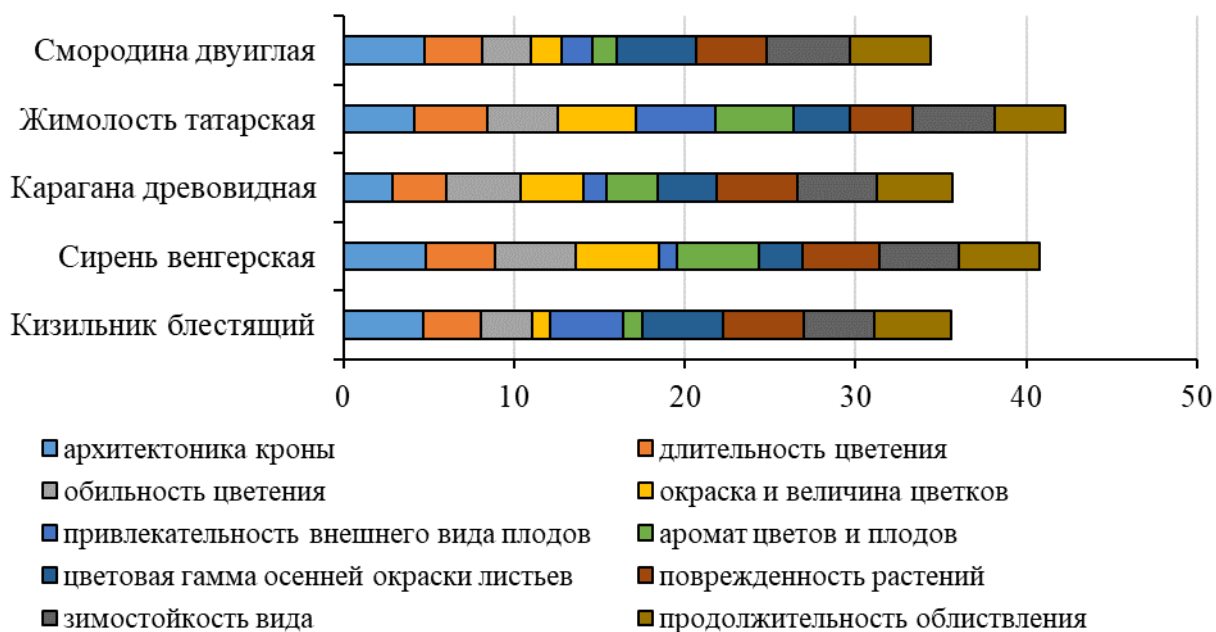


Рисунок 6.23 - Декоративность кустарников

- цветущие растения, такие как сирень венгерская и жимолость татарская необходимо использовать для создания цветовых акцентов в весеннее время;

- кизильник блестящий и смородина двуиглая – обладают свойствами динамичных сезонных изменений: меняющие свой внешний вид в зависимости от сезона, особенно за счет изменения окраски листьев осенью, что позволяет жителям города наслаждаться разнообразием природы на протяжении всего года;

- сочетание таких видов как кизильник блестящий, сирень венгерская, карагана древовидная позволит создавать текстурные контрасты: различные текстуры листьев и стеблей растений, такие как гладкие, шероховатые, простые, сложные, крупные и мелкими листья создадут визуальные контрасты;

- данные виды кустарников имеют различную высоту, что позволяет создать вертикальные композиции разной высоты: карагана древовидная, сирень венгерская - для создания фона, а жимолость татарская и кизильник блестящий - для создания переднего плана.

Таким образом, создание визуального разнообразия растениями в условиях городской среды – важный аспект озеленения, который способствует улучшению эстетики города и повышению качества жизни его жителей.

Эстетическая функция зеленых насаждений оказывает значительное влияние и на психоэмоциональное состояние людей: зеленые насаждения, воспринимаемые на уровне глаз (средняя высота кустарников) создают более позитивную атмосферу, способствуя улучшению настроения; способствуют улучшению концентрации и продуктивности, что особенно важно в городской среде.

Выводы по главе

1. Сравнительный анализ эколого-биологических свойств исследуемых видов кустарников по ключевым характеристиками: габитус (природная форма кроны взрослого растения); размеры взрослого растения (высота и ширина); скорость роста; густота кроны (густота ветвления, тип и расположение почек и листьев); способность к восстановлению после обрезки (вегетативная активность) показал, что каждый из данных кустарников имеет свои видовые особенности, которые необходимо учитывать при выборе вида для создания эффективно функционирующих насаждений.

2. Для проведения исследований средозащитного потенциала кустарников выбраны следующие типы насаждений (и их разновидности): плотная стриженная живая изгородь; плотная стриженная живая изгородь из двух отдельно растущих рядов (массив); живая изгородь с оголившимися стволами; свободно растущая изгородь / экземпляр.

3. Результаты анализа исследуемых типов насаждений из кустарников показали, что густота кроны, является признаком наиболее воздействующим на снижение негативных факторов урбосреды, характеризуется количеством стволиков у одного куста, изменяется в значительных пределах в зависимости от типа насаждения и видовых особенностей растений: наибольшая густота наблюдается у кустарников, растущих в свободной форме; ряд видов по убыванию густоты куста: смородина двуиглая (49 шт. стволиков у одного куста) → сирень венгерская (48 шт.) → кизильник блестящий (46 шт.) → карагана древовидная (38 шт.) → жимолость татарская (18 шт.); - наименьшее количество

стволиков прослеживается у живых изгородей с оголившейся стволиками снизу, как правило это прослеживается в насаждениях с формой поперечного сечения в виде обратной трапеции; количество стволиков снижается в 3 раза у сирени венгерской, у караганы древовидной и жимолости татарской до 50%, у кизильника блестящего на 14%. Наименьшее снижение у кизильника объясняется тем, что данный вид является теневыносливым, наибольшее у сирени – светолюбивый вид.

4. Результаты проведенных исследований позволили установить, что все типы насаждений и виды кустарников влияют на снижение факторов дискомфорта, но имеются видовые и структурные особенности.

5. Средозащитный потенциал кустарников. Взвешенные загрязняющие вещества:

- на всех исследуемых объектах озеленения приоритетным фактором по уровню воздействия на человека и зеленые насаждения являются взвешенные вещества (пыль); количество пыли ($\text{мг}/\text{м}^3$) зависит от уровня техногенных воздействий на состояние фитосреды; запыленность среды вдоль автодорог в напряженных условиях в среднем составляет 1,8 ПДК, в конфликтных – 2,9 ПДК, критических – 3,6 ПДК; снижение уровня запыленности зависит от типа объекта озеленения: минимальное снижение создают насаждения вдоль улиц – от 5 до 9 %, в скверах – в напряженных и конфликтных условиях снижение в среднем составляет 22%, в критических – 10%; максимальное снижение наблюдается – в парках до 62%; в парках значение уровня загрязнения по взвешенным веществам в долях ПДК снизилось в 1,5 раза в среднем с 3х до 1,25 ПДК и практически приблизилось к нормативным значениям;

- сирень венгерская и кизильник блестящий в большей степени снижают запыленность территории по сравнению с караганой древовидной и жимолостью татарской на 4 и 15 %, соответственно. Наименьшей способностью к снижению пыли обладает карагана древовидная, даже плотно стриженная живая изгородь из данного вида кустарника снижает запыленность в среднем на 12%, живая изгородь с оголившимися стволами – 9 %, свободно растущая живая изгородь –

13%. При этом средние значения у кизильника блестящего составляют - 36%, 25%, 47%, у сирени венгерской – 38%, 25%, 48 %, соответственно.

6. Следующим по уровню воздействия на человека является шум в основном от большого количества автомашин; максимальное значение отмечено на ул. Калинина и на пр. Мира - 95,6 и 89,6 дБ, соответственно, что на 40,6 и 35,6 дБ превышает нормативное значение (55дБ). На данных типах объектов озеленения в виде однорядных посадок с высокоподнятой кроной вдоль улиц – прослеживается минимальный уровень снижения уровня шума – на 4,6 % на ул. Калинина и на 5,7 % на пр. Мира; уровень шума при этом остается на том же уровне, также превышая нормативные значения в 1,5 раза. Это связано, с тем, что насаждения представлены рядовыми посадками высокими деревьями с высотой штамба от 3,5 до 5 м, шумовая волна распространяется на более низком уровне и данный тип озеленения не играет важной роли в снижении данного фактора дискомфорта. Зеленая полоса скверов снижает данный показатель от 17 до 33 %, парков – на 47%, уровень шума в центральных частях скверов и парков достигает нормативных комфортных значений;

- максимальное снижение кустарниковыми насаждениями составило 18%, минимальное – 3%; Карагана древовидная и жимолость татарская являются видами с наименьшей шумоснижающей способностью независимо от структуры насаждения. Сирень венгерская, кизильник блестящий и смородина двуиглая обладают высокими равноценными шумоснижающими свойствами. живая изгородь с оголившимися стволами независимо от вида кустарника является пространственной структурой, наименее подходящей для снижения шумовой нагрузки.

7. Скорость ветра. В зависимости от скорости ветра на территории г. Красноярск выделяется три зоны. В зонах, где превышает предел комфортности по скорости ветра – на открытых пространствах, вдоль автодорог, на периферийных территориях объектов озеленения и др. - необходимо ее снижение (глава 3). Максимальное снижение данного параметра составило 65 %, минимальное – 19 %. Наименьшей способностью к снижению скорости ветра

обладают жимолость татарская и карагана древовидная. Снижение скорости ветра насаждениями - живая изгородь с оголившимися стволами составляет 19 %, у остальных видов при аналогичной пространственной структуре – от 25 до 29%. Наибольшее снижение в других пространственных структурах отмечено у кизильника блестящего – 58 и 59 %, плотно стриженная и свободно растущая, соответственно.

8. Определено место исследуемых видов кустарников в объемно-пространственной структуре средозащитных насаждений: III - третий ярус - высокие кустарники сирень венгерская, карагана древовидная; IV - четвертый ярус средние кустарники – жимолость татарская, смородина двуиглая, кизильник блестящий. Данные ярусы в структуре природоохранных посадок в первую очередь служат для создания «эффекта опушки», обеспечивая защиту внутренней части посадок от колебаний температуры, потери влаги и воздействия сильных порывов ветра.

9. Эстетическая функция зеленых насаждений оказывает значительное влияние и на психоэмоциональное состояние людей: зеленые насаждения, воспринимаемые на уровне глаз (средняя высота кустарников) создают более позитивную атмосферу, способствуя улучшению настроения; способствуют улучшению концентрации и продуктивности, что особенно важно в городской среде.

Суммарный балл декоративности всех исследуемых кустарников находится в пределах 31 – 47 баллов, что подтверждает высокую декоративность данных видов растений; ряд декоративности кустарников по общей сумме баллов от больших значений к меньшим: жимолость татарская - 42,30; сирень венгерская - 40,79; карагана древовидная - 35,70; кизильник блестящий - 35,61; смородина двуиглая - 34,40. Расхождения в значениях не значительные; у каждого вида есть свои преимущества, которые необходимо использовать при создании объемно-пространственных композиций: цветущие растения, такие как сирень венгерская и жимолость татарская необходимо использовать для создания цветочных акцентов в весеннее время; кизильник блестящий и

смородина двуиглая – обладают свойствами динамичных сезонных изменений, особенно декоративны за счет изменения окраски листьев осенью, различная высота позволяет использовать растения для создания ярусных композиций: карагана древовидная, сирень венгерская - для создания фона, а жимолость татарская и кизильник блестящий - для создания переднего плана.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для объектов озеленения г. Красноярска проведен комплексный анализ видового состава, количественного участия, экологических свойств древесных растений на объектах городского озеленения с различным уровнем техногенных воздействий г. Красноярска и муниципального питомника, который показал достаточно широкий видовой состав кустарников (25 видов), при этом он неравномерно распределен по территории города, не соответствует балансам основного и дополнительного ассортимента, деревьев и кустарников на объектах озеленения, что снижает устойчивость и декоративность насаждений.

На основании сравнительного анализ построен биоиндикационный ряд исследуемых видов кустарников по степени чувствительности к техногенным нагрузкам урбосреды. По степени устойчивости по влагоудерживающей способности распределены в следующем порядке: кизильник блестящий → смородина двуиглая → сирень венгерская → жимолость татарская. Жизненное состояние растений оценивается от «здоровых» до «отмирающих», ИЖС варьирует от 99 до 15, закономерно снижаясь в критических условиях произрастания. Сирень венгерская смородина двуиглая, кизильник блестящий имеют наименьшее снижение ИЖС относительно других исследуемых видов, жимолость татарская имеет максимальное снижение ИЖС.

Густота кроны, является признаком наиболее воздействующим на снижение негативных факторов урбосреды, характеризуется количеством стволиков у одного куста, изменяется в значительных пределах в зависимости от типа насаждения и видовых особенностей растений: наибольшая густота наблюдается у кустарников, растущих в свободной форме; ряд видов по убыванию густоты куста: смородина двуиглая (49 шт. стволиков у одного куста) → сирень венгерская (48 шт.) → кизильник блестящий (46 шт.) → карагана древовидная (38 шт.) → жимолость татарская (18 шт.);

Установлены количественные показатели снижения факторов дискомфорта, таких как твердые загрязняющие вещества, шум и скорость ветра,

в зависимости от пространственной структуры и конструкции зеленых насаждений из исследуемых видов кустарников. Минимальное снижение пыли создают насаждения вдоль улиц – от 5 до 9 %; в скверах – снижение в среднем составляет 22%; максимальное снижение наблюдается – в парках до 62%; в парках значение уровня загрязнения по взвешенным веществам в долях ПДК снизилось в 1,5 раза в среднем с 3х до 1,25 ПДК и практически приблизилось к нормативным значениям. Максимальное снижение шумазагрязнения составило 18 %, минимальное – 3%; карагана древовидная и жимолость татарская являются видами с наименьшей шумоснижающей способностью блестящий и смородина двуиглая обладают высокими равноценными шумоснижающими свойствами. Максимальное снижение скорости ветра составило 65 %, минимальное – 19 %; наименьшей способностью к снижению скорости ветра обладают жимолость татарская и карагана древовидная. Снижение скорости ветра насаждениями - живая изгородь с оголившимися стволами составляет 19 %, у остальных видов при аналогичной пространственной структуре – от 25 до 29%.

Выявлена высокая декоративность данных видов кустарников; ряд декоративности по общей сумме баллов от больших значений к меньшим: жимолость татарская → сирень венгерская → карагана древовидная → кизильник блестящий → смородина двуиглая, при этом у каждого вида есть свои преимущества, которые необходимо использовать при создании объемно-пространственных композиций. Обосновано их место в качестве элементов (ярусов) в пространственной многоярусной структуре насаждениях для защиты от негативных воздействий урбосреды.

Практические рекомендации

1. Для достижения максимального средозащитного и декоративного эффектов необходимо соблюдать технологические приемы формирования живой изгороди - конфигурация поперечного сечения должна иметь форму трапеции - срезка верхушечных побегов вызывает к жизни спящие почки, расположенные ниже среза, а наклонные плоскости трапецевидной формы

кроны являются освещенными, что позволяет развиваться нижним ветвям кустарников, создавать плотную живую изгородь.

2. При формировании объемно-пространственной структуры насаждений средозащитного озеленения для усиления защитного эффекта использование исследуемых видов кустарников: III - третий ярус - многоствольные деревья, высокие кустарники сирень венгерская, карагана древовидная IV - четвертый ярус средние кустарники жимолость татарская, смородина двуиглая, кизильник блестящий. Основное назначение в структуре насаждения - обеспечивают защиту внутреннего пространства от перепадов температур, потери влаги, влияния сильных ветров – создания эффекта опушки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. О гидрометеорологической службе : Федеральный закон от 19.07.1998 № 113-ФЗ : принят Государственной Думой 3 июля 1998 года : одобрен Советом Федерации 9 июля 1998 года. (с изменениями на 4 августа 2023 года). // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901713128> (дата обращения : 23.08.2025).
2. Об охране атмосферного воздуха : Федеральный закон от 04.05.1999 №96-ФЗ : принят Государственной Думой 2 апреля 1999 года : одобрен Советом Федерации 22 апреля 1999 года. (с изменениями на 8 августа 2024 года). // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901732276> (дата обращения : 23.08.2025).
3. Правил санитарной безопасности в лесах : постановление : утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 9 декабря 2020 года № 2047 : действует с 2021-01-01 по 2027-01-01. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов : сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573053313> (дата обращения : 23.08.2025).
4. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Красноярского края в 2022 году». – Красноярск, 2023. – 367 с. // Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края : сайт. – URL: http://www.mpr.krskstate.ru/dat/bin/art_attach/23022_svod_28.06.2023.pdf
5. ГОСТ 24728-81. Ветер. Пространственное и временное распределение характеристик = Wind. Spatial and temporal distribution of wind characteristics : межгосударственный стандарт : введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30.04.81 № 2223 : дата введения 1982-07-01. // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200009605> (дата обращения : 23.08.2025).
6. ГОСТ 12.1.003-83*. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности = Occupational safety standards system. Noise. General safety requirements : межгосударственный стандарт : система стандартов безопасности труда :

утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 06.06.83 № 2473 : дата введения 1984-07-01. // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200291> (дата обращения : 23.08.2025).

7. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. Методы измерения шумовой характеристики = Noise. Traffic flows. Methods of noise characteristic measurement : межгосударственный стандарт : дата введения 1986-01-01. // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901708147> (дата обращения : 23.08.2025).

8. ГОСТ 23337 – 78* (СТ СЭВ 2600-80). Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий = Noise Methods of noise measurement in residential areas and in the rooms of residential, public and community buildings : Государственный стандарт союза ССР : дата введения 1979-07-01. // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901708144> (дата обращения : 23.08.2025).

9. ГОСТ 28329-89. Озеленение городов. Термины и определения = Urban planting. Terms and definitions : Государственный стандарт союза ССР : утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 10.11.89 № 3336 : дата введения 1991-01-01. // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200023332> (дата обращения : 23.08.2025).

10. СП 42.13330.2016. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений = Urban development. Urban and rural planning and development : (актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*) : свод правил : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр : дата введения 01.07.2017. //: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения : 23.08.2025).

11. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания : постановление : от 28 января 2021 года № 2 (с изменениями на 30

декабря 2022 года. сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения : 23.08.2025).

12. СП 82.13330.2016. Благоустройство территорий = Territories Improvement : (Актуализированная редакция СНиП III-10-75) : свод правил : утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 16 декабря 2016 г. № 972/пр : дата введения 2017-06-17. сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054208> (дата обращения : 23.08.2025).

13. СП 51.13330.2011 Защита от шума = Sound protection : свод правил : утвержден и введен в действие приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. № 825 : дата введения 2011-05-20. сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения : 23.08.2025).

14. Об утверждении Правил создания, охраны и содержания зеленых насаждений в городах Российской Федерации : приказ Госстроя РФ от 15.12.99 № 153. // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов: сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/901750921> (дата обращения : 23.08.2025).

15. Об утверждении Правил создания, содержания и охраны зеленого фонда города Красноярска : постановление : от 16 апреля 2021 года № 273 (с изменениями на 23 апреля 2025 года). // сайт. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/574704179> (дата обращения : 23.08.2025).

16. Абрашкина, А. С. Снижение уровня шумового загрязнения с помощью живых изгородей / А. С. Абрашкина, А. И. Довганюк. // Вестник ландшафтной архитектуры. – 2016. – № 7. – С. 3-5.

17. Авдеева, Е. В. Анализ природных ресурсов пригородной зоны г. Красноярска с целью создания питомника декоративных растений для озеленения города / Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов, С. С. Егорова и [др.]. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства :

сборник статей Международной научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2025. – С. 12-15.

18. Авдеева, Е. В. Влияние техногенных воздействий на жизненное состояние кустарников в условиях урбанизированной среды (на примере города Красноярска) / Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов. // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. 42, № 6. – С. 79-84.

19. Авдеева, Е. В. Изменчивость биометрических параметров роста березы повислой и липы мелколистной в скверах города Красноярска / Е. В. Авдеева, И. В. Кухар. // Успехи современного естествознания. – 2023. – № 8. – С. 14-22.

20. Авдеева, Е. В. Инвентаризационная оценка насаждений объектов озеленения и городского питомника (на примере Г. Красноярска) / Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов, Д. Е. Шпагин. // Хвойные бореальной зоны. – 2024. – Т. 42, № 2. – С. 53-62.

21. Авдеева, Е. В. Инвентаризационная оценка объектов озеленения города Красноярска / Е. В. Авдеева, И. В. Кухар, Д. В. Иванов. // Хвойные бореальной зоны. – 2022. – Т. 40, № 4. – С. 242-249.

22. Авдеева, Е. В. Ландшафтно-средозащитное озеленение городских территорий : учебное пособие / Е. В. Авдеева ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск : СибГУ, 2023. – 82 с.

23. Авдеева, Е. В. Оценка декоративности / Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов. // Хвойные бореальной зоны. – 2025. – Т. 27, № 6. – С. 79-84.

24. Авдеева, Е. В. Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде : монография / Е. В. Авдеева. – Красноярск : СибГТУ, 2007. – 392 с..

25. Авдеева, Е. В. Информационно-аналитическая система «Управление качеством городских объектов озеленения» /, Е. А. Вагнер, В. Ф. Надемянов, К. В. Черникова. // Хвойные бореальной зоны. – 2015. № 3-4. – С. 96-102.

26. Агафонова, А. Л. Влияние экологических факторов на рост и развитие липы мелколистной в г. Екатеринбурге : специальность 06.03.03

«Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н. – Екатеринбург, 2011. – 22 с.

27. Азарова, О. В. Средообразующие функции защитных лесных насаждений в системе озеленения городов Поволжья / О. В. Азарова, А. В. Терешкин. – Саратов : РАТА, 2012. – 144 с.

28. Аксянова, Т. Ю. Аналитический обзор влияния пространственной структуры зеленых насаждений на их ветро- и шумозащитные свойства / Т. Ю. Аксянова, О. М. Ступакова. // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 5. – С. 119–122

29. Алексеев, В. А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В. А. Алексеев. // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51-57.

30. Алексеев, А. А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. – Ленинград : Наука, 1990. – 200 с.

31. Альтудов, Ю. К. Система учета баланса CO₂ в цикле «почва - растение - атмосфера» / Ю. К. Альтудов, З. И. Дударов, А. Х. Занилов. // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2023. – № 6(116). – С. 13-20.

32. Андрушко, Т. А. Оценка декоративных свойств кустарников / Т. А. Андрушко, А. В. Терешкин. // Актуальные проблемы садово-паркового искусства : материалы Международной научно-практической конференции. – 2012. – С. 26-30.

33. Антипов, В. Г. Устойчивость деревьев и кустарников Ботанического сада БТИ им. С.М. Кирова к неблагоприятным факторам зимы 1986/87 года / В. Г. Антипов, И. В. Гуняженко. // Лесоведение и лесное хозяйство : сборник научных трудов. – Минск : Вышэйшая школа, 1989. – Вып. 24. – С. 3-7.

34. Антипов, В. Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам. – Минск : Наука и техника, 1979. – 216 с.

35. Антонец, О. А. Экологический мониторинг состояния зеленых насаждений урбанизированных территорий (на примере города Томска) : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : автореферат диссертации на

соискание ученой степени к.б.н. – Красноярск, 2013. – 18 с. – Текст : непосредственный.

36. Артамонов, В. И. Растения и чистота природной среды; отв. ред. Б. Б. Прохоров. – Москва : Наука, 1986. – 175 с. – (Человек и окружающая среда).

37. Артемьев, О. С. Измерение высот деревьев при помощи цифровой наземной фотосъемки / О. С. Артемьев, Е. А. Найденко. // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения. – Красноярск : СибГТУ, 2013. С. 15-18.

38. Артемьев, О. С. Методы таксации городских насаждений : монография / О. С. Артемьев. – Красноярск : СибГТУ, 2003. – 100 с.

39. Артемьев, О. С. Ход роста тополя бальзамического по диаметру в условиях города Красноярска // О. С. Артемьев, С. Л. Шевелев, А. А. Россинина. // Лесная таксация и лесоустройство. – 2008. – № 2(40). – С. 24-25

40. Аткина, Л. И. Санитарно-защитные зоны промышленных объектов Екатеринбурга и опыт использования липы мелколистной для их озеленения / Л. И. Аткина, Г. В. Агафонова, А. Л. Агафонова, И. В. Осипов. // Лесное хозяйство. – 2008. – № 3. – С. 24-26.

41. Бабич, Н. А. Интродуценты в зеленом строительстве северных городов: монография / Н. А. Бабич, О. С. Залывская, Г. И. Травникова. – Архангельск : Архангельский государственный технический университет, 2008. – 143 с.

42. Бабурин, А. А. Оценка экологической значимости зеленых насаждений / А. А. Бабурин, Г. Ю. Морозова. // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2009. – № 3(14). – С. 63-70.

43. Балакин, В. В. Защита пешеходных зон и жилой застройки от выбросов автомобильного транспорта средствами озеленения / В. В. Балакин, В. Ф. Сидоренко. // Жилищное строительство. – 2016. – № 5. – С. 3-8.

44. Беляева, Л. В. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха и состояния древесных растений / Беляева Л. В., Николаевский В. С. // Результаты фундаментальных исследований по приоритетным научным направлениям

лесного комплекса страны : научные труды. – Москва : МЛТИ, 1989. – Вып. 222. – С. 36-47.

45. Бечина, Д. Н. Городской шум и зеленые насаждения / Д. Н. Бечина. // Экология и безопасность жизнедеятельности : сборник материалов научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГСХА, 2005. – С. 23 -25.

46. Бечина, Д. Н. Снижение шума зелеными насаждениями / Д. Н. Бечина. // Окружающая среда и здоровье : сборник материалов научно-практической конференции. – Пенза : РИО ПГСХА, 2006. – С. 24-26.

47. Благосклонов, К. Н. Гнездование и привлечение птиц в сады и парки / К. Н. Благосклонов. – Москва : Издательство МГУ, 1991. – 249 с.

48. Бобылев, С. Н. Устойчивое развитие крупнейших городов и мегаполисов: фактор экосистемных услуг / С. Н. Бобылев, Б. Н. Порфирьев. // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2016. – № 6. – С. 3-21.

49. Боговая, И. О. Озеленение населенных мест : учебное пособие / И. О. Боговая, В. С. Теодоронский. – 3-е издание, стереотипное. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 240 с.

50. Боголепов, И. И. Шумовая карта города: проблемы и решения / И. И. Боголепов, Н. А. Лаптева. // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. – 2010. – № 3(106). – С. 153-160.

51. Божко, С. И. Орнитофауна парков Ленинграда и его окрестностей / С. И. Божко. // Русский орнитологический журнал. – 2020. – Т. 29, № 1873. – С. 101-117.

52. Большаков, А. Ландшафтный ресурс устойчивого развития территории в градостроительстве / А. Большаков. // Архитектура. Строительство. Дизайн. – 2002. – № 4(27). – С. 41-44.

53. Булыгин, Н. Е. Фенологические наблюдения над древесными растениями / Н. Е. Булыгин. – Ленинград : ЛТА, 1979. – 96 с.

54. Бурков, В. Н. Влияние противогололедных веществ на окружающую среду / В. Н. Бурков. // Промышленная ботаника: состояние и перспективы развития : материалы научно-практической конференции. – Киев, 1990. – С. 109-110.
55. Васильев, В. А. Шум автомобильного транспорта / В. А. Васильев, В. К. Ксенофонтова. – Текст : непосредственный // Noise Theory and Practice. – 2020. – Т. 6, № 1(19). – С. 66-76.
56. Видовое разнообразие и композиция древесных насаждений скверов города Красноярска : 04.01.06 «Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н. – Красноярск, 2024. – 20 с.
57. Видовой состав дендрофлоры и состояние интродуцентов парка «Победы» г. Воронежа / В. Т. Попова, В. Д. Дорофеева, Ю. В. Чекменева [и др.]. // Лесотехнический журнал. – 2019. – Т. 9, № 2(34). – С. 74-89.
58. Владимиров, В. В. Урбоэкология : конспект лекций. – Москва : Изд-во МНЭПУ, 1999. – 202 с.
59. Влияние автотранспорта и ПГМ на зеленые насаждения. Аналитический доклад по данным мониторинга 2005 г. / под ред. Х. Г. Якубова. – Москва : Прима-Пресс, 2005. – 200 с.
60. 83. Влияние сернистого газа на декоративные кустарники (на примере урбанизированных территорий в сельской местности Балашовского муниципального района) / М. В. Ларионов, В. Б. Любимов, Е. А. Логачева, М. Ю. Сергадеева. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 7-1. – С. 35-38.
61. Влияние транспортных средств на экологическую ситуацию в городской среде / Г. Ч. Гарягдыев, С. Джораева, Ш. Акмырадова, Б. Гылыджова. // Символ науки: международный научный журнал. – 2024. – Т. 2, № 3-1. – С. 169-171.
62. Воейков, А. И. Климаты земного шара, в особенности России / [Соч.] А.И. Воейкова, д-ра физ. географии Имп. Моск. ун-та, д-ра философии

Геттинген. ун-та, доц. физ. географии в Имп. С.-Петербур. ун-те. – Санкт-Петербург : Картогр. заведение А. Ильина, 1884.

63. Возможности природопользования бореальной зоны Приенисейской Сибири / В. А. Безруких, Е. В. Авдеева, Н. А. Лигаева [и др.]. // Хвойные бореальной зоны. – 2023. – Т. 41, № 3. – С. 206-213.

64. Володько, И. К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды / И. К. Володько. – Минск : Наука и техника, 1983. – 267 с.

65. Гаврилов, В. А. Ландшафтно-эстетическая оценка лесопарковых зон (на примере города Чебоксары) / В. А. Гаврилов, В. Н. Ильин. // Региональные геосистемы. – 2023. – Т. 47, № 3. – С. 343-353.

66. Гакаев, Р. А. Массивы зеленых насаждений урбанизированных территорий и их влияние на нормализацию окружающей среды / Р. А. Гакаев, Л. Л. Сатуева. // Города России: проблемы строительства, инженерного обеспечения и экологии : сборник статей XVIII Международной научно-практической конференции. – Пенза : 2016. – С. 10-16.

67. Бабич, Н.А. Генетика и селекция декоративных растений : методические рекомендации по проведению учебной практики / Н. А. Бабич, О. С. Залывская. – Архангельск : АГТУ, 2014. – 13 с.

68. Гладов, А. В. Озеленение как фактор повышения благоустройства города (на примере городского округа Самары) / А. В. Гладов. // Вестник Самарского государственного университета. Серия: Экономика и управление. – 2015. – № 2(124). – С. 207-215.

69. Голосова, Е. В. Средообразующая роль городских насаждений разных структур : (На примере центра города Москвы) : специальность 06.03.01 «Биология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с-х.н., – Москва, 1991. – 24 с.

70. Гордеев, Ю. А. Зависимость шумозащитных свойств зеленых насаждений от времени года / Ю. А. Гордеев, А. А. Кулагин. // Известия

Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1-3. – С. 736-740.

71. Городков, А. В. Архитектура, проектирование и организация культурных ландшафтов. – Санкт-Петербург : Проспект науки, 2013. – 416 с.

72. Городков, А. В. Использование зеленых насаждений для снижения промышленного шума в крупных городах / А. В. Городков, В. В. Цыганков. – Москва : МГЦНТИ, 1989. – 25 с.

73. Горышина, Т. К. Растение в городе. – Ленинград : ЛГУ, 1991. – 152 с.

74. Градостроительные меры борьбы с шумом / Г. Л. Осипов, Б. Г. Прутков, И. А. Шишкин, И. Л. Карагодина. – Москва : Стройиздат, 1975. – 215 с.

75. Гриненко, В. В. Значение саморегуляции водного режима в приспособлении растений к изменяющимся природным условиям : специальность 03.00.00 «Биологические науки» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук / Гриненко, Валентина Васильевна. – Кишинев : АН МССР, 1972. – 48 с.

76. Декоративность деревьев и кустарников. // Владивосток : официальный сайт администрации. – URL: http://www.vlc.ru/ecology/natureuse/green_value.htm

77. Демиденко, Г. А. Ландшафтный дизайн городской среды (на примере города Красноярска) : монография. – Красноярск : КрасГАУ, 2021. – 172 с.

78. Дендроиндикация древесных растений в урбанизированной среде / И. В. Кухар, Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов, К. В. Черникова. // Проблемы озеленения крупных городов : сборник статей XXII Научно-практического форума. – Москва : МК-ИНТЕРТРЕЙД, ИНТЕК, 2023. – С. 109-112.

79. Десслер, Х. Г. Влияние загрязнений воздуха на растительность. – Москва : Лесная промышленность, 1981. – 184 с.

80. Естественные и техногенные низкочастотные магнитные поля как факторы, потенциально опасные для здоровья / Н. Г. Птицына, Дж. Виллорези,

Л. И. Дорман [и др.]. // Успехи физических наук. – 1998. – Т. 168, № 7. – С. 767-791.

81. Жолкевич, В. Н. Водный обмен растений. – Москва : Наука, 1989. 256 с.

82. Жумадилова, А. Ж. Пылеудерживающая способность древесных и кустарниковых растений. // Новости науки Казахстана. – 2014. – № 2(120). – С. 38-48.

83. Залывская, О. С. Оценка декоративности насаждений / О. С. Залывская, Н. А. Бабич. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2020. – № 6(378). – С. 98-110.

84. Залывская, О. С. Шкала комплексной оценки декоративности деревьев и кустарников в городских условиях на севере / О. С. Залывская, Н. А. Бабич. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2012. – № 1(15). – С. 96-104.

85. Здоровье населения и окружающая среда города Кемерово : монография / под ред. В. И. Зайцева. – Кемерово : Кузбассвуиздат, 2005. – 122 с.

86. Зитте, К. Художественные основы градостроительства : перевод с немецкого. – Москва : Стройиздат, 1993. – 225 с.

87. Иванов, Д. В. Встречаемость видов кустарников на городских объектах озеленения и в питомнике МП «УЗС» города Красноярск / Д. В. Иванов, Е. В. Авдеева. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2024. – С. 12-15.

88. Иванов, Е. С. Влияние звука на растения, животных и человека / Е. С. Иванов, А. В. Гришаев. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2012. – № 2(14). – С. 13–17.

89. Иванова, О. А. Комплексная оценка декоративности зеленых насаждений в городских условиях. // Прорывные научные исследования: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. – Пенза : Наука и Просвещение, 2017. – С. 301-304.
90. Ильченко, И. А. Система зеленых насаждений города как средообразующий фактор городского микроклимата / И. А. Ильченко.: // Вестник Таганрогского института управления и экономики. – 2014. – № 1(19). – С. 37-42.
91. Информационно-аналитическая система «Управление качеством городских объектов озеленения» Модуль 1 - Мониторинг состояния городских объектов озеленения / Е. В. Авдеева, Е. А. Вагнер, В. Ф. Надемянов, К. В. Черникова. // Хвойные бореальной зоны. – 2015. – Т. 33, № 3-4. – С. 89-95.
92. Исаченко, А. Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое картографирование. – Москва : Высшая школа, 1965. – 328 с.
93. Искусственное лесовосстановление и интродукция на Европейском Севере / Н. А. Бабич, Н. П. Гаевский, В. Е. Кизенков [и др.] ; под общей редакцией Н. А. Бабича. – Архангельск : АГТУ, 1998. – 184 с.
94. К вопросу об организации управления зеленым фондом города / А. Г. Ковальчук, Р. А. Соколов, И. Л. Бухарина. // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 1-2. – С. 8-13.
95. Каталог древесных растений. Деревья, кустарники, лианы / главный редактор М. Ахмечет. – Москва : АППМ, 2017. – 420 с.
96. Кефели, В. И. Природные ингибиторы роста / В. И. Кефели. // Физиология растений. – 1997. – Т. 44, № 3. – С. 471-480.
97. Кефели, В. И. Природные ингибиторы роста и фитогормоны / В. И. Кефели. – Москва : Наука, 1974. – 256 с.
98. Кефели, В. И. Рост растений. – Москва : Колос, 1984. – 175 с.
99. Кириллов, М. В. Природа Красноярска и его окрестностей / М. В. Кириллов. – Красноярск : Красноярское книжное издательство, 1988. – 149 с.

100. Кладько, Ю. В. Методика комплексной биоиндикационной оценки устойчивости древесных растений к техногенному загрязнению на урбанизированных территориях / Ю. В. Кладько, Л. Н. Скрипальщикова. // Сибирский лесной журнал. – 2019. – № 6. – С. 27-38.

101. Кладько, Ю. В. Роль живых изгородей в формировании комфортного пространства в условиях города Красноярска. // Молодежь и наука : сборник материалов VIII Всероссийской научно-технической конференции. – Красноярск : СФУ, 2012. – С. 1-5.

102. Климанова, О. А. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады / О. А. Климанова, Е. Ю. Колбовский, А. В. Курбаковская. // География и природные ресурсы. – 2016. – № 2. – С. 191-200.

103. Климат Красноярска / Н. С. Богданова [и др.]. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1982. – 231 с.

104. Колесников, А. И. Декоративная дендрология. – Москва : Лесная промышленность, 1974. – 704 с.

105. Коропачинский, И. Ю. Древесные растения для озеленения Красноярска / И. Ю. Коропачинский, Р. И. Лоскутов. – Новосибирск : Гео, 2014. – 320 с.

106. Косицына, Э. С. Зеленое строительство и основы дендрологии / Э. С. Косицына, Г. М. Барсуков, О. А. Ганжа. – Волгоград : Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. – 276 с.

107. Котова, А. В. Методика оценки и прогноз состояния насаждений в ботанических экспозициях (на примере дендрария ГБС РАН) / А. В. Котова. –// Материалы IX Международной конференции молодых ученых. – Москва : Изд-во Московского государственного университета леса, 2009. – С. 61-64;

108. Кулагин, Ю. З. Древесные растения и промышленная среда. – Москва : Наука, 1974. – 125 с.

109. Кулагин, Ю. З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование. – Москва : Наука, 1985. – 117 с.

110. Кулаева, Н. Ю. Экологическая оценка и оптимизация зеленых насаждений в условиях Северной Осетии-Алании (на примере города Владикавказа) : специальность 03.00.16 «Экология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н., – Волгоград, 2009. – 21 с.

111. Кулакова, Е. Н. Защитные лесные полосы вдоль автомобильных дорог / Е. Н. Кулакова, А. А. Штепа, А. И. Чернодубов. // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 13, № 4(51). – С. 46-50.

112. Кухар, И. В. Особенности роста березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) в условиях урбанизированной среды: 04.01.06 «Лесоведение, лесоводство, лесные культуры, агролесомелиорация, озеленение, лесная пирология и таксация» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н., Красноярск, 2023. – 227 с.

113. Кучерявый, В. А. Урбоэкологические основы фитомелиорации / В. А. Кучерявый. – Москва : Информация, 1991. – 289 с.

114. Лазарева, М. С. Эстетическое и оздоровительное значение лесопарков в условиях урбанизации. // Проблемы рационального природопользования в свете решений 22-го съезда КПСС : тезисы научной конференции. – Москва, 1987. – С. 39-41.

115. Ларионов, М. В. Динамика сезонного накопления свинца в листьях древесных растений в городской среде / М. В. Ларионов, Н. В. Ларионов. // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2015. – № 2. – С. 51-54.

116. Лебедев, А. В. Динамика продуктивности и средообразующих свойств древостоев в условиях городской среды (на примере Лесной опытной дачи Тимирязевской академии) : специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н., – Санкт-Петербург, 2019. – 20 с.

117. Леванчук, А. В. Загрязнение окружающей среды продуктами эксплуатационного износа автомобильных дорог / А. В. Леванчук. // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 1(20). – С. 68.

118. Легощина, О. М. Адаптивные реакции и фитоиндикационная способность древесных растений в условиях техногенного загрязнения : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой к.б.н., – Томск, 2018. – 24 с.

119. Леонов, В. В. Использование живых изгородей в современном садово-парковом дизайне на примере Ботанического сада Таврического национального университета имени В.И. Вернадского / В. В. Леонов, С. С. Сеит-Аблаева. // Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серия: Биология, химия. – 2014. – Т. 27 (66), № 5. – С. 70-76.

120. Лисина, О. А. Проблемы создания и озеленения пешеходных пространств на примере города Нижнего Новгорода / О. А. Лисина, Е. В. Кайдалова. // Межвузовский сборник статей лауреатов конкурсов : сборник статей. – Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2009. – Выпуск 11. – С. 33-35.

121. Лисотова, Е. В. Использование морфометрических признаков для оценки состояния древесных растений в условиях города Красноярск / Е. В. Лисотова, Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков. // Хвойные бореальной зоны. – 2013. – Т. 31, № 3-4. – С. 59-62.

122. Лисотова, Е. В. Эколого-физиологические особенности древесных растений в искусственных насаждениях (на примере города Красноярск) : специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с-х.н., 2022. – 19 с.

123. Лиханов, М. Д. Технология создания и ухода за живой изгородью / М. Д. Лиханов, Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2021. – С. 202-205.

124. Лобанов, А. И. Методологические и экологические основы создания защитных насаждений в южных районах Сибири / А. И. Лобанов, Г. С. Вараксин, В. К. Савостьянов. // Природообустройство. – 2009. – № 1. – С. 24-27.

125. Логачёва, Е. А. Пылепоглощающая роль живых изгородей, защищающих окружающую среду урбанизированных территорий от отрицательного влияния автотранспорта / Е. А. Логачёва, В. В. Солдатова. // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2-13. – С. 2860-2865.

126. Луганский, Н. А. Лесоведение и лесоводство. Термины, понятия, определения : учебное пособие студентам, обучающимся по специальностям 26.04.00 «Лесное и лесопарковое хозяйство» / Н. А. Луганский, С. В. Залесов, В. Н. Луганский. – Екатеринбург : УГТУ, 2010. – 124 с.

127. Любавская, А. Я. Селекционная оценка древесных растений, применяемых для озеленения г. Москвы : учебное пособие для вузов по специальности «Лесное хозяйство» / А. Я. Любавская, О. Н. Виноградова ; редактор И. И. Кожемяко. – 2-е изд., испр. – Москва : МГУЛ, 2006. – 113 с.

128. Любимов, В. Б. Экологические основы теории и практики интродукции деревьев и кустарников в аридные регионы : специальность 03.00.16 «ЭКОЛОГИЯ» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Воронеж, 2002. – 49 с.

129. Макрушин, А. В. Роль апикального доминирования у унитарных видов (гипотеза). // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. – 2008. – № 9. – С. 131-134.

130. Малаховец, П. М. Фенологические наблюдения за сезонным развитием деревьев и кустарников / П. М. Малаховец, В. А. Тисова. – Архангельск : АГТУ, 1999. – 48 с.

131. Мальков, Ю. Г. Санитарно-гигиеническая роль городских зеленых насаждений (на примере города Красноярска) : специальность 03.00.16 «Экология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н., – Красноярск, 1985. – 16 с.

132. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений. – Москва : Наука, 1972. – 284 с.

133. Мамаева, Е. Т. Устойчивость зеленых насаждений к газообразным выбросам предприятий алюминиевой промышленности / Е. Т. Мамаева, Н. М. Ситчихина. // Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов : сборник статей. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1979. – С. 48-57.

134. Марголина, И. Л. Шумовое воздействие от автотранспорта: комплексная оценка факторов в городской среде / И. Л. Марголина, О. А. Климанова. // Географическая среда и живые системы. – 2022. – № 1. – С. 40-54.

135. 172. Махнев, А. К. Итоги исследований по проблемам создания защитных и декоративных зеленых насаждений в условиях медеплавильных заводов на Урале / А. К. Махнев, С. А. Мамаев. // Проблемы создания защитных насаждений в условиях техногенных ландшафтов : сборник статей. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1979. – С. 3-47.

136. Методика эстетической оценки элементарных ландшафтов при движении по маршрутам / И. А. Маркевич, А. А. Шужмов. // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 1993. – № 1. – С. 17-22.

137. Методология функционально-экологического мониторинга объектов озеленения и благоустройства города Москвы / В. И. Васенев, М. М. Фатиев, [и др.]. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агронимия и животноводство. – 2013. – № 5. – С. 15-27.

138. Минина, Н. Н. Методика расчета шума автотранспорта. // Вестник МГСУ. – 2011. – № 3–1. – С. 117-127.

139. Мирзеханова, З. Г. Экологические основы организации городских территорий (на примере города Хабаровска) / З. Г. Мирзеханова, Н. А. Нарбут. // Тихоокеанская геология. – 2013. – Т. 32, № 4. – С. 111-120.

140. Мирзоева, Ф. М. Проблемы экологической обстановки на автомобильном транспорте в Российской Федерации / Ф. М. Мирзоева, З. З.

Шекихачева. // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 11-12. – С. 2665-2668.

141. Мозолевская, Е. Г. Причины ослабления и гибели молодых посадок в Москве и меры повышения их устойчивости и жизнеспособности / Е. Г. Мозолевская. // *Экология большого города*. – Вып. 5. Проблемы содержания зеленых насаждений в условиях Москвы. – Москва, 2001. – С. 40-45.

142. Молчанов, А. А. Воздействие антропогенных факторов на лес. – Москва : Наука, 1978. – 139 с.

143. Морозова, Г. Ю. Проблемы озеленения дальневосточных городов / Г. Ю. Морозова. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2010. – Т. 12, № 1-3. – С. 772-775.

144. Морозова, Г. Ю. Формирование комфортной городской среды на примере Хабаровска / Г. Ю. Морозова, И. Д. Дебелая. // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 144-150

145. Неверова, О. А. Биоэкологическая оценка атмосферного воздуха по состоянию древесных растений. – Новосибирск : Наука, 2001. – 119 с.

146. Неверова, О. А. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты / О. А. Неверова, Е. Ю. Колмогорова. – Новосибирск : Наука, 2003. – 222 с.

147. Неверова, О. А. Основные пути изменения жизнедеятельности древесных растений в условиях промышленного города Кемерово. // *Экология промышленного производства*. – 2001. – Вып.4. – С. 10-14.

148. Нефёдов, В. А. *Городской ландшафтный дизайн : учебное пособие*. – Санкт-Петербург : Любавич, 2012. – 320 с.

149. Нефёдов, В. А. Ландшафтное освоение транспортных пространств / В. А. Нефёдов. // *Вестник «Зодчий 21 век»*. – 2001. – № 1(3). – С. 16-23.

150. Нефёдов, В. А. *Ландшафтный дизайн и устойчивость среды*. – Санкт-Петербург : Полиграфист, 2002. – 295 с.

151. Нефёдов, В. А. *Новый городской ландшафтный дизайн: лицом к цивилизации*. // *Ландшафт плюс*. – 2004. – № 10. – С. 24-29.

152. Нефёдов, В. А. Парк как объект синтеза. // Форма. – 2002. – Зима. – С. 36-41.
153. Никитина, Е. С. Живые изгороди как архитектурный элемент города / Е. С. Никитина, Т. Б. Сродных. // Молодежь и наука : материалы международной научно-практической конференции. – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2022. – С. 246-248.
154. Николаевский, В. С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск : Наука, 1979. – 275 с.
155. Николаевский, В. С. Биологические основы устойчивости декоративных растений к сернистому газу : специальность 03.00.00 «Экология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Пермь, 1972. – 76 с.
156. Николаевский, В. С. Влияние некоторых факторов городской среды на состояние древесных пород. // Лесной вестник. – 1998. – №2. – С. 28-40.
157. Нормы посадки деревьев и кустарников городских зеленых насаждений: дата утверждения 11.12.1987 / Министерство жилищно-коммунального хозяйства РСФСР. – Москва, 1988. – 82 с.
158. Носова, Л. М. Воздействие деревьев-эдификаторов на биологическое разнообразие лесных экосистем / Л. М. Носова, Е. В. Тихонова Н. Б. Леонова. // Лесоведение. – 2005. – № 4. – С. 40-48.
159. Нуриев, Д. Н. Строение, рост и состояние озеленительных посадок березы повислой (*Betula pendula Roth.*) в условиях города Екатеринбурга : специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н., – Екатеринбург, 2019. – 20 с.
160. Озеленение как фактор улучшения экологической обстановки урбанизированных территорий (на примере города Саранска) / С. В. Меркулова, Б. И. Кочуров, П. И. Меркулов, И. В. Ивашкина. // Экология урбанизированных территорий. – 2018. – № 3. – С. 13-18.

161. Озеленение населенных мест : справочник / В. И. Ерохина, Г. П. Жеребцова, Т. И. Вольфтруб [и др.] ; под редакцией В. И. Ерохиной. – Москва : Стройиздат, 1987. – 480 с.

162. Осин, В. А. Зеленые насаждения как средство борьбы с уличными шумами / В. А. Осин. // Гигиена и санитария. – 1962. – № 4. – С. 28 -29.

163. Особенности вертикального изменения уровня шума в городской зоне / И. Л. Марголина, Д. С. Веселов, М. И. Иванцова, К. А. Чевель. // Экологические системы и приборы. – 2019. – № 2. – С. 41-46.

164. Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке : учебно-методическое пособие для студентов специальности 26.05.00 по дисциплине «Защита растений» / Е. Г. Мозолевская, Г. П. Жеребцова, Э. С. Соколова [и др.]. – Москва : МГУЛ, 2004. – 40 с.

165. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России : сборник статей / О. В. Смирнова, Л. Б. Заугольнова, Л. Г. Ханина [и др.] ; под редакцией Л. Б. Заугольновой. – Москва : Научный мир, 2000. – 196 с.

166. Павлов, И. Н. Глобальные изменения среды обитания древесных растений : монография / И. Н. Павлов ; М-во образования Рос. Федерации. Сиб. гос. технол. ун-т. - Красноярск : Сиб. гос. технол. ун-т, 2003. - 170 с. : ил., табл.; 21 см.

167. Панов, А. И. Изменчивость сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в городских посадках (на примере города Красноярск) : специальность 06.03.01 «Лесные культуры, селекция, семеноводство» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н. – Красноярск : СибГУ, 2021. – 22 с.

168. 212. Патури, Ф. Растения - гениальные инженеры природы. – Москва : Прогресс. – 1982. – 272 с.

169. Переверзев, В. Н. Состояние почвенно-растительного покрова городских парковых территорий в условиях интенсивного антропогенного воздействия / В. Н. Переверзев, Е. А. Кошаров. // Проблемы озеленения городов : материалы общегородской конференции. – Москва, 2004. – Вып. 10. – 202 с.

170. Пихтовникова, Н. А. Накопление пыли на листьях декоративных кустарников / Н. А. Пихтовникова, Л. И. Аткина, У. А. Сафронова // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России : материалы XI Всероссийской научно-технической конференции. – Ч. 2. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2015. – С. 171–174.

171. Пихтовникова, Н. А. Влияние осадков на пылездерживающую способность листьев кустарников / Н. А. Пихтовникова, И. И. Бурдина, Л. И. Аткина. // Лесная наука в реализации концепции уральской инженерной школы : материалы XI Международной научно-технической конференции. – Екатеринбург, 2017. – С. 271-273.

172. Поварницина, Т. М. Эколого-физиологические особенности адаптации древесных растений к условиям крупных промышленных центров (на примере города Ижевска) : специальность 03.00.16 «Экология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н., – Тольятти, 2007. – 20 с.

173. Полевой, В. В. Физиология растений : учебник для вузов. – Москва : Высшая школа, 1989. – 464 с.

174. Полякова, Е. В. Особенности развития и жизнеспособность древесных растений в условиях городской среды (на примере города Владивостока) : специальность 03.00.05 «Ботаника» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н. – Владивосток, 2004. – 23 с.

175. Попов, В. А. Газопоглотительная способность растений / В. А. Попов, Г. М. Негруцкая, В. К. Петрова // Газоустойчивость растений. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 52-60.

176. Попова, О. В. Биоиндикация загрязнения атмосферы промышленного города (на примере города Липецка) : специальность 25.00.36 «Геоэкология (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.г.н. – Воронеж, 2007. – 21 с.

177. Попова, О. С. Некоторые концептуальные аспекты озеленения г. Красноярска / О. С. Попова, Г. У. Харахонова, С. В. Малинина. // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 6(33). – С. 81-83.

178. Примаков, Н. В. Перспективность применения древесно-кустарниковых растений в озеленении города Краснодар // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2022. – №1. – С. 98-109.

179. Равковский, А. В. Применение цифровых технологий в процессе выращивания растений в парке «Молодежный» города Красноярск /Е. О. Материкина, Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей Всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2021. – С. 218-221.

180. Протопопова, Е. Н. Санитарно гигиеническая роль зеленых насаждений города Красноярска / Е. Н. Протопопова. // Средообразующая роль лесных экосистем Сибири. – Красноярск : ИЛиД, 1982. – С. 76-86.

181. Разводова, Ю. А. Основные черты объемно-пространственной структуры городов со свободно-ландшафтной планировкой (на примере города Елец, Липецкая область) // Урбанистика. – 2023. – № 4. – С. 16-31

182. Разработка рекомендаций по формированию средозащитных насаждений / Е. В. Авдеева, Д. В. Иванов, Е. А. Сиволова [и др.]. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2025. – С. 10-12.

183. Рамазанова, З. Р. Адаптивные структурно-функциональные особенности побегов древесных растений в условиях города Махачкалы : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н. – Махачкала, 2012. – 23 с.

184. Рожков, Л. Н. Методика эстетической оценки пейзажей / Л. Н. Рожков. // Лесное хозяйство. – 1978. – № 10. – С. 23-25.

185. Россинина, А. А. Таксация древесных растений в урбанизированной среде (на примере города Красноярска) : специальность 06.03.02 «Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н. – Красноярск, 2010. – 19 с.

186. Рост и газообмен CO₂ у лесных деревьев : Рассчитана на физиологов растений, экологов, ботаников и лесоводов / Ю. Л. Цельникер, И. С. Малкина, А. Г. Ковалев [и др.]. – Москва : Наука, 1993. – 256 с.

187. Рунова, Е. М. Состояние зеленых насаждений в урбоэкосистемах северных городов России / Е. М. Рунова, Л. В. Аношкина, И. И. Гаврилин. // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона : материалы Международного научно-практического форума. – 2013. – С. 171-175.

188. Савинцева, Л. С. Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде : специальность 03.02.08 «Экология (по отраслям)» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н.. – Петрозаводск, 2015. – 22 с.

189. Самойлюк, Е. П. Борьба с шумом в градостроительстве / Е. П. Самойлюк. – Киев. – Будівельник, 1975. – 128 с.

190. Свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ № 2015663142 Российская Федерация. Биометрия урбофитоценозов. Построение бонитеровочных таблиц биометрических параметров древесных растений урбанизированных территорий на основе анализавозрастных состояний и интегральной оценки состояния фитосреды : № 2015619370 : заявл. 08.10.2015: опубл. 11.12.2015 / Е. В. Авдеева, В. Ф. Надемянов, К. В. Черникова, С. В. Громько ; заявитель СибГТУ. – 2 с.

191. Селенина Е. А. Рекомендации по формированию правил озеленения и элементов благоустройства современного муниципального образования / Е. В. Авдеева, Н. А. Селенин, Е. А. Вагнер. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2020. – С. 10-14.

192. Селиванова, А. С. Эстетическое состояние насаждений как составляющая мониторинга парковых территорий города Воронежа / А. С. Селиванова, А. Д. Лукьянчикова. // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 4-4. – С. 540-542.

193. Семенко, М. П. Актуальность применения пейзажного стиля в городском ландшафте / М. П. Семенко, Е. А. Саблина. // Современные проблемы озеленения городской среды : материалы региональной межвузовской научно-практической студенческой конференции. – Новосибирск : Золотой колос, 2016. – С. 75-77.
194. Сергейчик, С. А. Древесные растения и окружающая среда / С. А. Сергейчик. – Минск : Ураджай, 1985. – 111 с. – (Земля - наш дом).
195. Сергейчик, С. А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды / С. А. Сергейчик. – Минск : Наука и техника, 1984. – 168 с.
196. Смолин, Е. Е. Историко-архитектурный анализ и современное состояние бульваров города Иркутска / Е. Е. Смолин, А. Г. Большаков. // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. – 2017. – Т. 7, № 1(20). – С. 142-149.
197. Снижение шума в зданиях и жилых районах / Г. Л. Осипов, Е. Я. Юдин, Г. Хюбнер, М. В. Сергеев. – Москва : Стройиздат, 1987. – 558 с.
198. Сокольская, Е. В. Модельная оценка воздействия транспорта на формирование акустического режима жилой застройки и зон отдыха города Тирасполя / Е. В. Сокольская, Е. А. Курдюкова, И. В. Ивашкина. // Экология урбанизированных территорий. – 2021. – № 1. – С. 33-41.
199. Справочник проектировщика. Защита от шума в градостроительстве / Г. Л. Осипова [и др.]. – Москва : Стройиздат, 1993. – 96 с.
200. Сродных Т. Б. Зеленая архитектура – комфорт в городе / Т. Б. Сродных, Е. И. Лисина. // Культура и экология – основы устойчивого развития России : сборник материалов Международного форума. Часть 1. – Екатеринбург : УрФУ, 2016. – С. 117-119.
201. Сродных, Т. Б. Боярышник в озеленении Екатеринбурга / Т. Б. Сродных, А. В. Яковлева. // Леса России и хозяйство в них. – 2015. – Вып. 1. – С. 38-40.
202. Сродных, Т. Б. Вопросы создания комфортной среды в Екатеринбурге / Т. Б. Сродных, Т. И. Фролова, Н. В. Кайзер. // Культура и

экология - основы устойчивого развития России. Культурные и экологические императивы современной экономики : материалы Международного форума. Часть 1. – Екатеринбург : УрФУ, 2020. – С. 15-18.

203. Сродных, Т. Б. Декоративные живые изгороди: состояние, габитус, композиционные приемы / Т. Б. Сродных, Е. С. Никитина, Н. А. Обоскалова. // Ландшафтная архитектура и природообустройство: от проекта до экономики - 2020 : материалы Международной научно-технической конференции. – Саратов : ЦеСАин, 2020. – С. 142-149.

204. Сродных, Т. Б. Шумозащитная функция насаждений городских бульваров / Т. Б. Сродных, Е. И. Лисина. // Аграрный вестник Урала. – 2012. – № 2(94). – С. 57-59.

205. Старостина, А. А. Роль реконструкции озелененных и благоустроенных ландшафтов для формирования зеленого каркаса городских территорий / А. А. Старостина, Н. К. Гаврильева, Н. В. Андреева. // Московский экономический журнал. – 2022. – Т. 7, № 11.

206. Статейнов, А. П. География Красноярского края : учебное пособие / А. П. Статейнов. – Красноярск : Буква С, 2008. – 192 с.

207. Ступакова, О. М. Видовое разнообразие, композиция и состояние искусственных хвойных насаждений скверов города Красноярска / О. М. Ступакова, Т. Ю. Аксянова. // Хвойные бореальной зоны. – 2023. – Т. 41, № 2. – С. 158-161.

208. Тарабрин, С. П. Водный режим и устойчивость древесных растений к промышленным загрязнениям // Газоустойчивость растений. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 18-29.

209. Теодоронский, В. С. Озеленение населенных мест. Градостроительные основы : учебное пособие для вузов. – Санкт-Петербург : Лань, 2010. – 244 с.

210. Тетиор, А. Н. Красота и целесообразность природы. – Москва : РЭФИА, 1997. – 266 с.

211. Токарева, Т. Г. Шумозащитные свойства древесных растений и их использование в озеленении / Т. Г. Токарева, Р. В. Леонтьев. // Грани познания. – 2018. – № 4(57). – С. 63-66.

212. Трас, Э. В. Актуальность создания питомника. Отделение кустарниковых пород для озеленения населенных мест Красноярского края / Э. В. Трас, Д. В. Иванов, Е. В. Авдеева. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2022. – С. 224-228.

213. Траутвейн, С. Ф. Некоторые параметры комфортной жилой среды. // Научно-методические основы формирования нормативно-регламентационной базы градостроительства в сибирском регионе : материалы научно-практической конференции. – Новосибирск : Сибпринт, 2001. – С. 15-19.

214. Убаева, Р. Ш. Эколого-морфологические особенности изменения листьев древесно-кустарниковых растений города Грозного при воздействии токсикантов : специальность 03.00.16 «Экология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.б.н.. – Махачкала, 2004. – 22 с.

215. Уджуху, С. Р. Влияние выхлопных газов на лесные экосистемы. // Инженерная биология в современном мире : Международная конференция. – Майкоп : Магарин О. Г., 2011. – С. 174-179.

216. Унагаева, Н. А. Интерактивность общественного пространства как современная тенденция ландшафтной архитектуры. // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей Международной научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2020. – С. 73-75.

217. Филин, В. А. Видеоэкология. Что для глаза хорошо, а что – плохо – Москва : МЦ Видеоэкология, 2001 – 312 с.

218. Фомина, Н. В. Основы лесопаркового хозяйства : учебное пособие – Красноярск : КрасГАУ, 2020. – 256 с.

219. Формирование средозащитных объектов озеленения в градозащитных системах / В. В. Балакин, В. Ф. Сидоренко, М. Ю. Слесарев, А. В. Антюфеев. // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14, № 8. – С. 1004-1022.

220. Фролов, А. К. Экологические аспекты жизнедеятельности растений в условиях города : специальность 11.00.11 «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. – Москва, 1998. – 53 с.

221. Фролова, В. А. Исследование структуры насаждений на общегородских объектах озеленения (на примере бульваров города Москвы) : специальность 06.03.04 «Агролесомелиорация и защитное лесоразведение, озеленение населенных пунктов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н. – Москва, 2001. – 25 с.

222. Хатунцева, А. С. Состояние и повышение устойчивости зеленых насаждений парковых территорий города Воронежа : специальность 06.03.04 «Агролесомелиорация и защитное лесоразведение, озеленение населенных пунктов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени к.с.-х.н. – Воронеж, 2007. – 19 с.

223. Хацкевич, Д. Х. Природа как эстетическая ценность : монография. – Москва : Высшая школа, 1987. – 120 с.

224. Хмелев, К. Ф. Антропогенная трансформация флоры окрестностей города Саратова за последние 100 лет / К. Ф. Хмелев, М. А. Березуцкий. – // Экология. – 1995. – № 5. – С. 363-367.

225. Хмелевская, И. А. Эколого-физиологические исследования древесных пород в городе Пскове. // Вестник Псковского государственного педагогического университета. – 2008. – № 6. – С. 37-57.

226. Цыганов, Д. Н. Фитоиндикация экологических режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. – Москва : Наука, 1983. – 197 с.

227. Чернышенко, О. В. Особенности использования поглотительной способности древесных растений в современных фитотехнологиях // Лесной вестник. Forestry Bulletin. – 2018. – Т. 22, № 4. – С. 92-98.

228. Чернышенко, О. В. Поглотительная способность и газоустойчивость древесных растений в условиях города : монография. – 2-е издание, стереотипное. – Москва : Московский государственный университет леса, 2002. – 120 с.

229. Чернышенко, О. В. Пылефильтрующая способность древесных растений. // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. – 2012. – № 3. – С. 7-10.

230. Чомаева, М. Н. Роль зеленых насаждений для городской среды // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 4-3(43). – С. 12-14.

231. Чудинова, О. Н. Воздействие шума от автомобильного транспорта на городскую среду / О. Н. Чудинова, Н. Н. Тумуреева, С. Е. Санжиева. // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 9(132). – С. 93-99.

232. Чудинова, О. Н. Оценка шумового загрязнения городской среды от автотранспорта / О. Н. Чудинова, Н. Н. Тумуреева, С. Е. Санжиева. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2017. – № 6(206). – С. 94-98.

233. Шестаков, В. П. Гармония как эстетическая категория : монография / В. П. Шестаков. – Москва, 1973. – 138 с. – Текст : непосредственный.

234. Шихова, Н. С. Деревья и кустарники в озеленении города Владивостока : монография / Н. С. Шихова, Е. В. Полякова. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – 236 с.

235. Юзбеков, А. К. Углекислотный газообмен древесных растений в урбанизированных экосистемах / А. К. Юзбеков, У. Цзусюнь. // Вестник Московского университета. Серия 16 : Биология. – 2019. – Т. 74, № 4. – С. 321-327.

236. Яковлева, А. В. Морфометрические параметры и декоративность растений рода *Crataegus* в условиях города Екатеринбурга / А. В. Яковлева, Т. Б. Сродных. // Аграрный вестник Урала. – 2016. – № 12(154). – С. 65-71.
237. Якубов, Х. Г. Экологический мониторинг зеленых насаждений в Москве / Х. Г. Якубов. – Москва : Стагирит-Н, 2005. – 264 с..
238. Якушина, Э. И. Древесные растения и городская среда. // Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы. – Москва : Наука, 1990. – С. 5-14.
239. Cramp, S. The Birds of the London Area since 1900 / S. Cramp, W. G. Teagle // Jn. Homes (Ed). – London : Collins, 1975. – P. 14-35.
240. Dinetti, M. The urban ornitology in Italy / M. Dinetti // *Memoralilia Zoologica* : Warszawa, P.A., 1994. – № 49. – P. 269-281.
241. Dora, C. Module 5g: Urban Transport and Health / C. Dora, J. Hosking, P. Mudu, E. R. Fletcher // *Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities*. – 2011. – 60 с. – сайт. – URL: <https://sutp.org/publications/urban-transport-and-health/>
242. Ecosystema.ru : методические материалы // Экологический центр «Экосистема» : сайт. – URL: <http://ecosystema.ru/>.
243. Ethan, H. D. Megacities and the Environment / H. D. Ethan, E. Scott, A. S. Felisa // *The Scientific World Journal*. – 2002. – Vol. 2. – P. 374-386.
244. Kohyama, T. Crown architecture and life-history traits of 14 tree species in a warm-temperate rain forest : significance of spatial heterogeneity / T. Kohyama // *Journal of Ecology*. 1997. – Volume 85, Issue 5. – P. 611–624.
245. Kuhar, I. V. Assessment of the environmental state by biondication methods / I. V. Kuhar, E. V. Avdeeva, D. V. Ivanov // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства : сборник статей всероссийской научно-практической конференции. – Красноярск : СибГУ, 2021. – С. 267-270.
246. Nowak, D. J. Air pollution removal by Chicago's urban forest / D. J. Nowak // *Science of the Total Environment*. – 1994. – Volume 157(1-3). – P. 265-274.

247. Odum, E. P. The strategy of ecosystem development / E. P. Odum // Science. – 1969. – Volume 164 (3877). – P. 262-270.
248. Sinnott, J. D. Interdisciplinary Handbook of Adult Lifespan Learning / J. D. Sinnott. – Bloomsbury Publishing. – 1993. – 506 p.
249. Srodnykh, T. B. Invasive plant species in the forest parks of Yekaterinburg / T. B. Srodnykh, S. V. Vishnyakova, S. N. Luganskaya // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : IV scientific-technical conference «Forests of russia: policy, industry, science and education», St. Petersburg, 22–24 мая 2019 года. – Vol. 316. – St. Petersburg : Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012069.
250. Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe / T. Blanusa, M. Garratt, M. Cathcart-James [et al.] // Urban Forestry & Urban Greening. – 2019. – № 44. – P. 1-16.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Интегральная оценка состояния фитосреды на локальном уровне

Таблица А.1 - Интегральная оценка состояния фитосреды на локальном уровне

Раздел экологии	Экологические факторы, влияющие на изменение фитосреды	Экологическая нагрузка фактора, баллы
Ландшафтная экология, сферой исследования которой являются локальные, региональные, зональные, глобальные, экосистемы, различные по структуре, функциональному назначению и динамике развития	Климатические	
	не соответствие экологических ниш древесных растений параметрам ландшафтной зоны, в которой расположен объект озеленения на 25%	3
	на 50%	5
	на 75%	7
	на 100%	10
	Микроклиматические	
	Ветровые условия - сочетание господствующего (для Красноярска - юго-западного) направления ветра и ориентации улиц	
	ЮЗ-СВ, З - В	1
	С - Ю	2
	СЗ - ЮВ	3
	Пространственная ориентация улиц - изменение температурных условий (перегрев насаждений):	
	З - В, ЮЗ - СВ	3
	ЮВ - СЗ	1
	Орографические	
	сочетание сложности рельефа с экспозицией склонов: крутизна склона 30% + южные экспозиции	4
Размещение насаждений ниже по рельефу относительно промпредприятий и автодорог	4	

Урбоэкология - область экологических знаний, изучающий процесс урбанизации и его влияние на окружающую среду	Техногенные	
	Фоновое состояние окружающей среды города	
	I- удовлетворительное	15
	II - напряженное	35
	III - конфликтное	45
	IV - критическое	60
	Автотранспортные	
	Валовой выброс вредных веществ от автотранспорта пропорционален плотности транспортного потока , авт./сут.	
	0 - 3000	15
	3000 - 15000	35
	15000 - 45000	45
	45000 и более	60
	<i>Усиление нагрузки от автотранспортного пресса:</i>	
	на светофорах, пешеходных переходах	2
	на остановках общественного транспорта	2
	в не продуваемых "карманах"	2
	на магистралях с грузовым движением	2
	на участках с низким качеством дорожного полотна	2
	в местах образования "пробок"	2
	размещение насаждений на расстоянии до 25 м от проезжей части	2
	размещение насаждений на разделительной полосе автомагистрали	3
	химическое удаление снега с дорожного покрытия и складирование его под деревьями	3
	Градостроительные	
	Элементы покрытия земли вблизи растительности	
	асфальт	2
	брусчатка	1
	Размещение насаждений на расстоянии	
	от зданий и сооружений до 5 м	2
	от края тротуара до 2 м	1
от опор освещения до 4 м	2	
от подземных сетей до 2 м	2	
Снижение освещенности от зданий и сооружений		
на 30%	1	
на 70%	2	
на 100%	3	

	Плотность посадок		
	загущенные (расстояния между растениями до 2 м)	3	
	разряженные (расстояния между растениями свыше 8 м)	2	
	Наличие дополнительного искусственного вечернего освещения 1 м от насаждения	3	
	Рекреационные:		
	Размещение элементов благоустройства (киоски, павильоны) ближе 5 м от растений	4	
	Вытаптываемость травяного покрова	2	
	Прямое воздействие населения на растения: поломка, срывание соцветий и плодов	2	
	Наличие непредусмотренной тропиной сети	2	
	Превышение максимальной плотности посещений в перерасчете на 1 га (городские леса - 5 чел./га; лесопарки - 10 чел./га; парки - 100 чел./га; сады - 200 чел./га; скверы, бульвары - 300 чел./га)	до 10%	2
		от 10 до 30%	3
		более 30%	5
	Санитарное состояние территории (замусоренность территории, нарушенность территории, агрессивность и безопасность)	до 10%	1
		от 10 до 50%	3
		более 50%	5

Таблица А.2 - Плотность негативных факторов, определяющая состояние фитосреды (тип градорастительных условий)

Факторы экологического состояния городской среды	Плотность факторов, баллы			
	Статус градорастительных условий			
Ландшафтные	0 – 20			
Техногенные (фоновое состояние среды)	0 – 15	16 – 25	26 – 35	36 – 60
Автотранспортные: - плотность транспортного потока;	0 – 15	16 – 25	26 – 35	36 – 60
- усиление нагрузки от авто-транспортного воздействия	0 – 20			
Градостроительные	0 – 21			
Рекреационные	0 – 20			
Итого	0 – 50	51 – 100	101 – 150	151 – 201
Состояния фитосреды Тип условий произрастания	удовлетворительное I	напряженное II	конфликтное III	критическое IV

Таблица А.3 - Интегральная оценка состояния фитосреды на локальном уровне

Экологические факторы, влияющие на изменения фитосреды	Экологическая нагрузка фактора, баллы	Объекты озеленения (название, номер, "адрес"							
		Улица Калинина	Сверл «Фестивальный»	Парк «Гроу»	Улица Железнодорожников	Сверл «Уют»	Сверл (ул. Железнодорожников 19)	Плотовик УЭС	
Климатические									
не соответствие экологических ниш древесных растений параметрам ландшафтной зоны, в которой расположен объект озеленения	3	3		3					
на 50%	6								
на 75%	7								
на 100%	10								
Микроклиматические									
Ветровые условия - сочетание господствующего (для Красноярска - юго-западного) направления ветра и ориентации улиц									
ЮЗ-СВ, З - В	1	1		1					
С - Ю	2								
СЗ - ЮВ	3								
Пространственная ориентация улиц - изменение									
З - В, ЮЗ - СВ	3								
ЮВ - СЗ	1								
Орографические									
сочетание сложности рельефа с экспозицией склонов:									
крутизна склона 30% + южные экспозиции	4								
Размещение насаждений ниже по рельефу относительно промпредприятий и автодорог	4	4		4					
Техногенные									
Фоновое состояние окружающей среды города									
I - удовлетворительное	15							15	
II - напряженное	35								
III - конфликтное	45		45	35	35	35	35		
IV - критическое	60	60							
Автотранспортные									
Валовой выброс вредных веществ от автотранспорта пропорционален плотности транспортного потока, авт./сут.									
0 - 3000	15							15	
3000 - 15000	35		35						
15000 - 45000	45				45	45	45		
45000 и более	60	60		60					
Усиление нагрузки от автотранспортного пресса:									
на светофорах, пешеходных переходах	2	2	2	2	2	2	2		
на остановках общественного транспорта	2	2	2	2	2	2	2		
в не продуваемых "карманах"	2	2	2	2	2	2	2		
на магистралях с грузовым движением	2	2	2	2	2	2	2		
на участках с низким качеством дорожного полотна	2	2	2	2	2	2	2		
в местах образования "пробок"	2	2	2	2	2	2	2		
размещение насаждений на расстоянии до 25 м от проезжей части	2	2	2	2	2	2	2	2	
размещение насаждений на разделительной полосе автомагистрали	3								
химическое удаление снега с дорожного покрытия и складирование его под деревьями	3								
Градостроительные									
Элементы покрытия земли вблизи растительности									
асфальт	2	2	2	2	2	2	2	2	
брусчатка	1	1	1	1	1	1	1	1	
Размещение насаждений на расстоянии									
от зданий и сооружений до 5 м	2	2	2	2	2	2	2	2	
от края тротуара до 2 м	1	1	1	1	1	1	1	1	
от опор освещения до 4 м	2	2	2	4	2	2	2		
от подземных сетей до 2 м	2								
Снижение освещенности от зданий и сооружений									
на 30%	1	1			1	1	1	1	
на 70%	2								
на 100%	3								
Плотность посадок									
загущенные (расстояния между растениями до 2 м)	3		3	3			3	3	
разряженные (расстояния между растениями свыше 8 м)	2	2							
Наличие дополнительного искусственного вечернего освещения 1м от насаждения									
	3								
Рекреационные:									
Размещение элементов благоустройства (киоски, павильоны) ближе 5 м от растений	4	4		4	4			2	
Вытаптываемость травяного покрова	2	2		2				2	
Прямое воздействие населения на растения: поломка, срывание соцветий и плодов	2			2			2		
Наличие непредусмотренной тропинойчной сети	2		2	2			2	2	
Превышение максимальной плотности посещений в перерасчете на 1 га (городские леса - 5 чел./га; лесопарки - 10 чел./га; парки - 100 чел./га; сады - 200 чел./га; скверы,									
от 10 до 30%	3						3	3	
более 30%	5								
Санитарное состояние территории (замусоренность территории, нарушение территории, агрессивность и безопасность)									
до 10%	1		1				1	1	
от 10 до 50%	3	3		3		3			
более 50%	5								
Факторы экологического состояния городской среды									
Ландшафтные	8	Улица Калинина	0	Парк «Гроу»	7	Улица Железнодорожников	0	Сверл (ул. Железнодорожников 19)	0
Техногенные (фоновое состояние среды)	60		45		35		35		15
Автотранспортные	70		39		70		53		49
Градостроительные	10		9		11		8		10
Рекреационные	9		5		11		7		8
	157		98		134		104		106
Тип градостроительных условий									
	IV - критический		II - напряженный		III - конфликтный		III - конфликтный		III - конфликтный
	IV		II		III		III		III
			I - удовлетворительный						I

Экологические факторы, влияющие на изменения фитосреды	Экологическая нагрузка фактора, баллы	Объекты озеленения (название, номер, "адрес"					
		Сверл «Победитель»	Проект «Мира»	Сверл им. А.С. Пушкина	Парк «Вардгейский»	Сверл (улица Устинова (а))	Улица Тельмана
Климатические							
не соответствие экологических ниш древесных растений параметрам ландшафтной зоны, в которой расположен объект озеленения	на 25%	3	3		3		
	на 50%	9					
	на 75%	7					
	на 100%	10					
Микроклиматические							
Ветровые условия - сочетание господствующего (для Красноярска - юго-западного) направления ветра и ориентации улиц							
	ЮЗ-СВ, З - В	1	1				1
	С - Ю	2					
	СЗ - ЮВ	3					
Пространственная ориентация улиц - изменение							
	З - В, ЮЗ - СВ	3					
	ЮВ - СЗ	1					
Орографические							
сочетание сложности рельефа с экспозицией склонов:							
крутизна склона 30% + южные экспозиции		4					
Размещение насаждений ниже по рельефу относительно промпредприятий и автодорог		4	4				
Техногенные							
Фоновое состояние окружающей среды города							
I - удовлетворительное		15					
II - напряженное		35					
III - конфликтное		45	45		45	45	45
IV - критическое		60					
Автотранспортные							
Валовой выброс вредных веществ от автотранспорта пропорционален плотности транспортного потока, авт./сут.							
	0 - 3000	15					
	3000 - 15000	35				35	
	15000 - 45000	45	45		45		45
	45000 и более	60		60	60		
Усиление нагрузки от автотранспортного пресса:							
на светофорах, пешеходных переходах		2	2	2	2	2	2
на остановках общественного транспорта		2	2	2	2	2	2
в не продуваемых "карманах"		2					
на магистралях с грузовым движением		2	2	2	2	2	2
на участках с низким качеством дорожного полотна		2					
в местах образования "пробок"		2	2	2	2		
размещение насаждений на расстоянии до 25 м от проезжей части		2	2	2	2	2	2
размещение насаждений на разделительной полосе автомагистрали		3					
химическое удаление снега с дорожного покрытия и складирование его под деревьями		3		3			
Градостроительные							
Элементы покрытия земли вблизи растительности							
	асфальт	2			2	2	2
	брусчатка	1	1	1	1	1	1
Размещение насаждений на расстоянии							
	от зданий и сооружений до 5 м	2	2	2	2	2	2
	от края тротуара до 2 м	1	1	1	1	1	1
	от опор освещения до 4 м	2	2	2	2	2	2
	от подземных сетей до 2 м	2					
Снижение освещенности от зданий и сооружений							
	на 30%	1					1
	на 70%	2		2			
	на 100%	3			3		
Плотность посадок							
	загущенные (расстояния между растениями до 2 м)	3		3	2	2	3
	разреженные (расстояния между растениями свыше 8 м)	2	2				2
	Наличие дополнительного искусственного вечернего освещения 1м от насаждения	3					
Рекреационные:							
Размещение элементов благоустройства (киоски, павильоны) ближе 5 м от растений							
	Вытаптываемость травяного покрова	2	2	4		2	
Прямое воздействие населения на растения: поломка, срывание соцветий и плодов							
	Наличие непредусмотренной тропиной сети	2				2	
Превышение максимальной плотности посещений в перерасчете на 1 га (городские леса - 5 чел./га; лесопарки - 10 чел./га; парки - 100 чел./га; сады - 200 чел./га; скверы, бульвары - 300 чел./га) до 10%							
	от 10 до 30%	2					3
	более 30%	3			5		
Санитарное состояние территории (замусоренность территории, нарушенность территории, агрессивность и безопасность)							
	до 10%	1	1			1	1
	от 10 до 50%	3					
	более 50%	5					
Факторы экологического состояния городской среды							
	баллы						
Ландшафтные		4	4	0	3	0	1
Техногенные (Фоновое состояние среды)		45	60	60	45	45	45
Автотранспортные		51	73	70	53	37	53
Градостроительные		4	10	10	8	8	13
Рекреационные		3	4	5	7	4	1
		107	151	145	116	94	113
Тип градостроительных условий							
		III - конфликтный	IV - критический	III - конфликтный	III - конфликтный	I - напряженный	III - конфликтный

Раздел экологии	Экологические факторы, влияющие на изменения фитосреды	Экологическая нагрузка фактора, баллы	Объекты озеленения (название, номер, "адрес")								
			Север (ул. Метростроя 10)	Север «Панковка»	Улица Суздальская	Парк «Кировский»	Площадь и бульвар Маяковского	Проект им. газеты «Красноярский рабочий»	Север «Одесский»	Парк им. 1 мая	Улица Юности
Ландшафтная экология, сферой которой являются локальные, региональные, зональные, глобальные, экосистемы, различные по структуре, функциональному назначению и динамике развития	Климатические										
	не соответствие экологических ниш древесных растений параметрам ландшафтной зоны, в которой расположен объект озеленения	на 25%	3			3			3	3	
		на 50%	5								
		на 75%	7								
		на 100%	10								
	Микроклиматические										
	Ветровые условия - сочетание господствующего (для Красноярска - юго-западного) направления ветра и ориентации улиц	ЮЗ-СВ, З - В	1		1				1		1
		С - Ю	2				2				
		СЗ - ЮВ	3								
	Пространственная ориентация улиц - изменение	З - В, ЮЗ - СВ	3								
	ЮВ - СЗ	1									
Орографические											
сочетание сложности рельефа с экспозицией склонов:	крутизна склона 30% + южные экспозиции	4									
Размещение насаждений ниже по рельефу относительно промпредприятий и автодорог		4	4						4	4	
Урбоэкология - область экологических знаний, изучающий процесс урбанизации и его влияние на окружающую среду	Техногенные										
	Фоновое состояние окружающей среды города	I - удовлетворительное	15								
		II - напряженное	35								
		III - конфликтное	45	45	45	45	45	45	45	45	45
		IV - критическое	60						60	60	60
	Автотранспортные										
	Валовой выброс вредных веществ от автотранспорта пропорционален плотности транспортного потока, авт./сут.	0 - 3000	15								
		3000 - 15000	35			35					35
		15000 - 45000	45								
		45000 и более	60	60					60	60	60
	Усиление нагрузки от автотранспортного пресса:										
	на светофорах, пешеходных переходах		2		2	2	2	2	2	2	2
	на остановках общественного транспорта		2		2	2	2	2	2	2	2
	в не продуваемых "карманах"		2						2	2	2
	на магистралях с грузовым движением		2			2	2	2	2	2	2
	на участках с низким качеством дорожного полотна		2								
	в местах образования "пробок"		2	2				2	2	2	2
	размещение насаждений на расстоянии до 25 м от проезжей части		2	2	2	2	2	2	2	2	2
	размещение насаждений на разделительной полосе автомагистрали		3								
	химическое удаление снега с дорожного покрытия и складирование его под деревьями		3						3		
	Градостроительные										
	Элементы покрытия земли вблизи растительности	асфальт	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		брусчатка	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Размещение насаждений на расстоянии										
	от зданий и сооружений до 5 м		2			2	2	2	2	2	2
	от края тротуара до 2 м		1	1	1	1	1	1	1	1	1
	от опор освещения до 4 м		2	2	2	2	2	2	2	2	2
	от подземных сетей до 2 м		2								
	Снижение освещенности от зданий и сооружений										
	на 30%		1	1		1	1	1	1		1
на 70%		2							2		
на 100%		3									
Плотность посадок											
загущенные (расстояния между растениями до 2 м)		3	3	3	3	3	3	3	3	3	
разряженные (расстояния между растениями свыше 8 м)		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Наличие дополнительного искусственного вечернего освещения 1м от насаждения		3									
Рекреационные:											
Размещение элементов благоустройства (киоски, павильоны) ближе 5 м от растений		4			4			4		4	
Вытаптываемость травяного покрова		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Прямое воздействие населения на растения: поломка, срывание соцветий и плодов		2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Наличие непродуманной тропинойной сети		2							2		
Превышение максимальной плотности посещений в перерасчете на 1 га (городские леса - 5 чел./га; лесопарки - 10 чел./га; парки - 100 чел./га; сады - 200 чел./га; скверы, более 30%		3									
Санитарное состояние территории (замусоренность территории, нарушенность территории, агрессивность и безопасность)											
до 10%		1	1	1	1	1	1	1	1	1	
от 10 до 50%		3				3		3		3	
более 50%		5									
Раздел экологии	Факторы экологического состояния городской среды		Север (ул. Метростроя 10)	Север «Панковка»	Улица Суздальская	Парк «Кировский»	Площадь и бульвар Маяковского	Проект им. газеты «Красноярский рабочий»	Север «Одесский»	Парк им. 1 мая	Улица Юности
Ландшафтная	Ландшафтные	4	0	4	0	4	4	7	4	1	
Урбоэкология	Техногенные (Фоновое состояние среды)	45	45	45	45	45	60	60	45	45	
	Автотранспортные	64	49	41	53	68	75	70	37	41	
	Градостроительные	7	11	14	14	10	14	7	13	12	
Итого	Рекреационные	125	112	111	121	128	164	151	106	102	
Оценка местопронарастания растений	Тип градоэкологических условий		III - конфликтный	III - конфликтный	III - конфликтный	III - конфликтный	III - конфликтный	IV - критический	IV - критический	III - конфликтный	III - конфликтный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
5	Вяз мелколистный	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	16
6	Рябина обыкновенная	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	13
7	Ясень маньчжурский	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
8	Тополь бальзамический	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	17
9	Клен ясенелистный	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	21
10	Береза повислая	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	20
11	Черемуха Маака	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	17
12	Липа мелколистная	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	11
13	Груша уссурийская	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	13
14	Сосна сибирская кедровая	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	3
15	Клен Гиннала	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	8
16	Яблоня Недзведзкого	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-	6
17	Ясень обыкновенный	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	+	9
18	Ива волчниковая	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
19	Ива остролистная	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2
20	Орех маньчжурский	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
21	Тополь белый	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	8
22	Ель колючая голубая	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	5
23	Вяз шершавый	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	10
24	Черемуха виргинская	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	2
25	Черемуха обыкновенная	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	9
26	Ива белая	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	2
27	Ель сизая	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
28	Крушина ломкая	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	2
29	Дуб черешчатый	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	2
30	Тополь белый пирамидальный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
31	Пихта сибирская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
32	Вишня мелкопильчатая	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	1
33	Ива козья	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
34	Слива уссурийская	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	1
35	Боярышник обыкновенный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	2
36	Тополь дрожащий	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	1
Кустарники																							
1	Сирень венгерская	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	19
2	Кизильник блестящий	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	+	7
3	Спирея серая	+	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	6
4	Жимолость татарская	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	8
5	Спирея березолистная	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
6	Рябинник рябинолистный	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	7
7	Спирея японская	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	4
8	Пузыреплодник калинолистный	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	7
9	Роза морщинистая	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	8
10	Смородина двуиглая	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	7
11	Карагана древовидная	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	14
12	Барбарис обыкновенный	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	3

Таблица Б.2 - Наименование и количество видов, высаженных в питомнике

№	Наименование вида	Посадки			Всего, шт.
		2020, шт.	2021, шт.	2022, шт.	
1	Смородина двуиглая (<i>Ribes diacanthum</i>)	830	1 155		1 985
2	Жимолость татарская (<i>Lonicera tatarica</i>)	630	-	630	1260
3	Смородина альпийская (<i>Ribes alpinum</i>)	240	128	242	610
4	Сирень венгерская (<i>Syringa josikaea</i>)	955	-	1382	2377
5	Кизильник блестящий (<i>Cotoneaster lucidus</i>)	3075	192	3657	6924
6	Снежноягодник (<i>Symphoricarpos</i>)	1260	-		1260
7	Сирень обыкновенная (<i>Syringa vulgaris</i>)	710	-	339	1049
8	Вишня войлочная (<i>Prunus tomentosa</i>)	960	-	960	1920
9	Пузыреплодник калинолистный (<i>Physocarpus opulifolius</i>)	2245	1 860	2248	6353
10	Дерен белый (<i>Cornus alba</i>)	1305	385	1307	2997
11	Барбарис пурпурный (<i>Berberis thunbergii</i>)	75	128	96	299
12	Барбарис амурский (<i>Berberis amurensis</i>)	140	129	143	412
13	Роза морщинистая (<i>Rosa rugosa</i>)	770	385	774	1929
14	Вяз мелколистный (<i>Ulmus parvifolia</i>)	30	129		159
15	Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i>)	300	707	300	1307
16	Смородина золотистая (<i>Ribes aureum</i>)	30	-		30
17	Барбарис обыкновенный (<i>Berberis vulgaris</i>)	1300	578	1301	3179
18	Сирень венгерская улучшенная ((<i>Syringa josikaea</i>)	50	385	960	1395
19	Чубушник венечный (<i>Philadelphus coronarius</i>)	15	385		400
20	Вишня японская (<i>Prunus serrulata</i>)	15	-		15
21	Лапчатка белая (<i>Potentilla alba</i>)	1245	513	1547	3305
22	Ива Ледебура	220	-	223	443
23	Кизильник черноплодный (<i>Cotoneaster melanocarpus</i>)	720	-		720
24	Спирея японская (<i>Spiraea japonica</i>)	380	-		380
25	Рябинник рябинолистный (<i>Sorbaria sorbifolia</i>)	260	128	268	606
26	Спирея Дьябло (<i>Physocarpus opulifolius Diabolo</i>)	330	128		458
27	Тамарикс ветвистый (<i>Tamarix ramosissima</i>)	-	385		385
28	Ракитник стелющийся (<i>Cytisus decumbens</i>)	-	193		193
29	Чубушник (жасмин) белый (<i>Jasminum officinale</i>)	-	192		192
Всего		18 090	8 085		

Таблица Б.3 – Краткая эколого-биологическая характеристика кустарников на исследуемых объектах озеленения

Вид растения 1	Краткая эколого-биологическая характеристика 2
Сирень венгерская (<i>Syringa josikaea</i> L.)	Высокий кустарник или деревце высотой до 7 м с серой корой на стволе и старых ветвях. Молодые побеги округлые, сероватые или серовато-зеленоватые, с продольными бороздками и мелкими чечевичками. Боковые почки голые, яйцевидные, острые, с вишнёвым оттенком или зеленоватые. Плоды гладкие, блестящие, бурые, иногда всю зиму удерживаются на ветках. Соцветия - пирамидальные метелки, развивающиеся из верхних боковых или верхушечных почек.
Кизильник блестящий (<i>Cotoneaster lucidus</i> (Schlecht.))	Пряморастущий листопадный кустарник до 3 м высотой, с густо опушёнными молодыми побегами текущего года. Крона по диаметру больше высоты в 1,5 раза. Листья простые, сверху тёмно-зелёные, блестящие, голые; снизу сначала опушённые, желтовато-войлочные, позже почти голые, желтоватые. С наступлением осени окраска листьев становится тёмно-коричневато-красноватой. Мелкие розоватые цветки во время цветения во множестве располагаются по всей поверхности побегов. Плоды чёрные, блестящие, шаровидной формы, с коричнево-красной мякотью, диаметром 7-9 мм, с тремя, реже двумя косточками. Плоды созревают в конце сентября - начале октября, на растениях держатся до наступления морозов.
Карагана древовидная (<i>Caragana arborescens</i> (Lam.))	Высокий кустарник или деревцо до 4-6 м высотой. Кора ствола и старых ветвей гладкая блестящая зеленовато-бурая. Молодые побеги зелёные или желтовато-зелёные. Древесина зеленовато-жёлтая с бурым ядром. Бобы узкоцилиндрические, длиной 30-50 мм, бурые или коричневые, с коричневыми лоснящимися семенами. Раскрывшиеся и скрутившиеся створки бобов долго удерживаются в кроне.
Жимолость татарская (<i>Cissanthemos tatarica</i> L.)	Кустарник высотой 1-3 м. Побеги полые внутри. Кора молодых побегов желтовато-бурая. Листья яйцевидные 3-6 см длиной, цельнокрайние, верху темно-зеленые, снизу более светлые. Цветки парные, длиной до 2 см. Цветёт жимолость татарская в мае-июне. Плоды шаровидные, красные, реже оранжевые или желтые, часто сросшиеся парами в основании, диаметром около 6 мм, созревают в июле-августе. Несъедобные, горькие на вкус.
Смородина двуликая (<i>Ribes diacanthum</i> L.)	Кустарник высотой до 1,5 м. Цветки пазушные, одиночные или собраны в малоцветковые укороченные кисти (по 2-5, редко 7 цветков). Цветочное ложе вогнутое, сросшееся с завязью и переходящее по краям в 5, обыкновенно зеленоватых чашелистиков. Лепестков также 5, все свободные. Тычинок столько же. Завязь многосемянная. Столбика два. Плод - ягода, чаще округлой формы, между цветком и цветоножкой есть сочленение, и поэтому плоды быстро опадают.
Сосна горная (<i>Pinus mugo</i> L.)	Хвойный кустарник с корой в коричнево-серых и черно-серых тонах, чешуйки угловатые, у основания ствола расщепляются. Плоды: шишки асимметричной формы, сгруппированные на коротких ножках по 1-3. Молодые шишки фиолетового цвета, после созревания становятся темно-коричневыми. Сосна предпочитает кислые или щелочные хорошо дренированные почвы.

1	2
<p>Барбарис обыкновенный (<i>Berberia vulgaris</i> L.)</p>	<p>Раскидистый ветвистый кустарник высотой до 2,5 м. Ветви желтовато-серые или буровато-красные, голые, блестящие, чаще всего ребристые. Несут от 3 до 5 отдельных колючек, представляющих собой видоизменённые листья. Почка очередные, рыхлые, без серебристых чешуек, отчасти покрытых остающимися основаниями листа. Расположены в пазухах колючек и окружены спирально расположенными листовыми подушками. Древесина жёлтая или зеленовато-жёлтая, с яркими сердцевинными лучами. Соцветия - кисти содержат 10-25 желтых и мелких цветков. Цветение в мае, красные и эллипсоидальные плоды созревают в сентябре.</p>
<p>Смородина золотистая (<i>Ribes aureum</i> L.)</p>	<p>Кустарник высотой до 3 м с красно-бурими голыми или мелко опушенными побегами; с возрастом кора темнеет. Листья округлые, 5 см в длину и 6 см в ширину, с 3 глубокими тупыми лопастями и клиновидным основанием, голые; осенью окрашиваются в яркий пурпурный цвет. Соцветия - 5-15-цветковые кисти 3-7 см длиной. Цветки душистые с крупными прицветниками. Чашечка золотисто-желтая, лепестки оранжевокрасные, золотистые. Зрелые ягоды шаровидные, 6-8 мм в диаметре, желтые различных оттенков, оранжевые, красные, черные, бурые, без запаха, с 2-26 семенами. Может расти на щебнистых, каменистых почвах, на обнажениях коренной породы по бокам и дне оврагов, выдерживает некоторое засоление почв. Легко переносит влияние резко континентального климата с холодными зимами и сухим жарким летом. Самый засухоустойчивый вид смородины.</p>
<p>Вишня войлочная (<i>Microcerasus tomentosa</i> (Thunb.) Eremim et Jushev)</p>	<p>Кустарник высотой до 2 м. Основные ветви прямые, серо-коричневые, с поперечными чечевичками. Ветвление сильное. Молодые побеги густо бархатистые, волосистые. Листья овальные или обратнояйцевидные, по краю пильчато-зубчатые, снизу густо опушённые с утолщёнными выдающимися жилками. Цветки крупные (до 2,5 см), расположены по 1-2, вырастают из одной плодовой почки, лепестки белые или розовые. Плоды шаровидные или яйцевидные, 10-18 мм в диаметре, на короткой плодоножке, по окраске варьируют от кораллово-красных до бледно-желтовато-розовых; мякоть кисловато-сладкая, прирастает к косточке; косточка овальная, гладкая, на одном конце с заострением. Войлочная вишня цветёт рано, обычно одновременно с распусканием листьев. Плоды созревают в июле.</p>
<p>Пузыреплодник калинолистный (<i>Physocarpus opulifolia</i> L. Maxim.)</p>	<p>Кустарник высотой до 1,5-3 м с поникающими ветвями и отслаивающейся корой. Побеги тонкие, коричневатые или буроватые, голые. От почек вниз по побегу идут хорошо заметные ребра. Почка продолговато-яйцевидные, бурые, длиной 4-6 мм. Боковые почки слегка отстоящие, сидят на выдающихся листовых подушках. Сердцевина широкая, бурая; древесина белая. Соплодия - многолистовки, собранные из 3-5 кожистых вздутых листовок, с вверх стоящими долями чашечки. Цветет в июне-июле. Плоды созревают в сентябре-октябре.</p>
<p>Роза морщинистая (<i>Rosa rugosa</i> Thunb.)</p>	<p>Кустарник высотой до 2 м. Ветви толстые прямостоячие, усажены многочисленными мелкими прямыми или изогнутыми игольчатыми шипами и щетинками, причем опушены и шипы тоже. На старых ветвях кора серая или тёмно-серая, на молодых - буроватая или буро-коричневая, местами покрыта прижатым сероватым пушком. Почка</p>

1	2
	маленькие, красноватые, округло-яйцевидные, немного отстоящие от побега. Цветет с июня до поздней осени. Плоды - мясистые, шаровидные или несколько сплюснуто-шаровидные, в диаметре до 3 см. Ярко-красные или темно-оранжевые. Чашелистики прямостоячие. Плоды начинают созревать уже в середине лета.
Спирея березолистная (<i>Spiraea betulifolia</i> L.)	Низкорослый кустарник с плотной шаровидной кроной. Высота взрослого растения достигает 70 см. Листья светло-зеленые, к осени приобретают красноватый или фиолетовый оттенок. Мелкие цветы собираются в выпуклые щитковые соцветия. Период цветения – с начала июня до середины августа.
Рябинник рябинолистный (<i>Sorbaria sorbifolia</i> L. A. Br.)	Лиственный кустарник с раскидистой кроной, средней плотности. Высота 3 м, ширина 4 м. Цветки белые, желтоватые, мелкие, собраны в пирамидальные метелки до 30 см. Цветет с середины июня - до второй недели июля. Чаще всего цветение длится 15-20 дней.
Спирея серая (<i>Spiraea cinerea</i> Grefsheim L.)	Разветвленный кустарник высотой до 2 м с войлочно-опушенными ветвистыми побегами и заостренными с обеих сторон листьями, верхняя сторона которых серо-зеленая, а нижняя несколько светлее. Спирея серая цветет белыми цветками, собранными в щитковидные соцветия, расположенными по всей длине побега. У самой вершины соцветия сидячие, но чем ниже они расположены по ветке, тем длиннее становятся облиственные веточки, на которых формируются щитки. Цветение спреи серой начинается в мае, а в конце июня уже созревают плоды.
Спирея японская (<i>Spiraea japonica</i> L.)	Кустарник высотой до 1,5 м с буро-красными ветвями. Молодые побеги зелёные, с редкими бороздками, опушённые, особенно в верхних частях веток. Почки буро-красные, опушённые, по краю с белыми ресничками. Сердцевина белая, не широкая; древесина бледно-зелёная. На кустах до весны (март-апрель) удерживаются в широких растопыренных щитках раскрывшиеся плоды-листочки. Цветет с мая по июль. Плоды голые, как и соцветие, или слабоопушенные. Созревают в июле-августе.
Дрок красильный (<i>Genista tinctoria</i> L.)	Полукустарник или кустарник высотой до 1,5 м. Ветви прямостоячие и вверх направленные. Побеги зеленые, бороздчатые, голые или прижато опушенные. Листья ланцетные или эллиптические, длиной до 4 см, коротко заостренные, голые или снизу опушенные, с маленькими шиловидными прилистниками. Цветки желтые собраны в многоцветковые верхушечные кистевидные соцветия. Цветки в соцветии распускаются постепенно снизу вверх. Цветение с июня по август. Бобы продолговато-линейные, плоские и с волнистым краем. Созревают по мере отцветания в той же последовательности в течение всего лета.
Бересклет крылатый (<i>Euonymus alatus</i> (Rupr.))	Высота и диаметр кроны 2-3 м. У бересклета крылатого необычная кора - зеленая с коричневыми продольными пробковыми наростами. Крона густая. Листья длиной 3-5 см овально-заостренные зеленые, осенью красные разных оттенков - от розового до малинового. Цветение в мае-июне, цветки мелкие невзрачные. Плоды <u>четырёхлопастные</u> красно-оранжевые коробочки. Выглядят необычно, долго сохраняются на ветвях.

1	2
<p>Гортензия метельчатая (<i>Hydrangea paniculata</i> L.)</p>	<p>Невысокий, около 1,5 м кустарник. Гортензия метельчатая образует большие (длиной до 30 см) соцветия, состоящие из двух типов цветков. Обоеполые цветки мелкие, и после опыления они теряют свои лепестки. Размер стерильных цветков может достигать в диаметре 3 сантиметров, и сохраняются они на кустах очень долго, постепенно меняя цвет от кремового или зеленовато-белого до нежно-розового и зеленовато-красного. Гортензия растёт довольно быстро. На прямых раскидистых ветвях располагаются большие супротивно посаженные листья, а соцветия образуются на побегах текущего года.</p>
<p>Чубушник венечный (<i>Philadelphus coronarius</i> (Rupr.) Et Maxim.)</p>	<p>Кустарник высотой до 2 м с тёмно-серой или сероватой корой на стволе и старых ветвях, которая отслаивается пластинками. Под корой побеги светло-серые или буровато-серые, светлые и тонко-продольнорребристые. Годичные побеги рыжеватые или бурые, угловато-полосатые. Почки конусовидные, заострённые, беловатые, скрыты под конусовидным возвышением листового рубца. Верхушечные почки расположены парно, между ними виден остаток отмершего стебля. Древесина узкая, зеленоватая. Плоды — четырёхугольные коробочки на коротких веточках, по 1-7 в полузонтниках, часто остаются на ветках до весны. Созревают семена в июле-августе.</p>
<p>Лох серебристый (<i>Elaeagnus commutata</i> L.)</p>	<p>Листопадный кустарник или невысокое дерево высотой 3-7 м, иногда с колючками красноватого цвета, со слегка вьющимся стволом. Молодые побеги серебристые, остальные серые. Листья длиной 5-8 см, сверху серовато-зелёные, снизу серебристо-белые. Цветки длиной до 1 см, очень душистые, одиночные, в пазухах листьев. Околоцветник серебристо-белый с желтоватыми жилками, внутри жёлтый. Цветёт в июне. Плод - костянка длиной около 1 см, овальная или яйцевидно-шаровидная, красновато-желтоватая с серебристо-белым сладковато-мучнистым съедобным околоплодником. Плоды созревают в августе-октябре.</p>
<p>Дерен белый (<i>Swida alba</i> L. Optiz)</p>	<p>Кустарник до 3 м высотой. Ветви гибкие, прямые, голые, с возрастом изгибаются дугой. Кора красноватая, иногда с бурым или черным оттенком. Листья шириной 1-7 см, длиной 2-10 см, в форме эллипса. Располагаются напротив друг друга. Цвет сверху зеленый, снизу сизоватый. Цветки растут на концах ветвей, собраны в плотное округлое соцветие, щитки 3-5 см в диаметре, на мощной цветоножке с опушением. Цветок с 4 округлыми лепестками 4-5 мм. Плод - костянка в форме ягоды. Незрелые синеватого цвета, при созревании становятся голубовато-белыми. Внутри косточка, суженая и сплюснутая по краям.</p>
<p>Калина обыкновенная (<i>Viburnum opulus</i> L.)</p>	<p>Ветвистый кустарник высотой до 6 м. Предпочитает плодородные, хорошо увлажненные почвы. Достаточно зимостойка, сравнительно теневынослива, но лучше растет, цветет и плодоносит на открытых местах. Плод – ягодовидная сочная костянка, ярко красная. Созревают плоды в конце августа – начале сентября и долго висят на кустах. Отличается высокой декоративностью.</p>

Приложение В

Фрагменты экологических паспортов объектов озеленения

Таблица В.1 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – проспект Мира


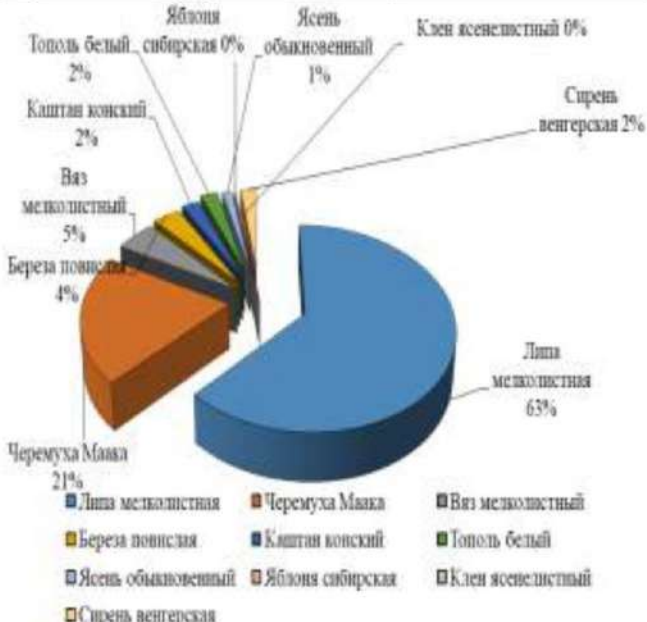
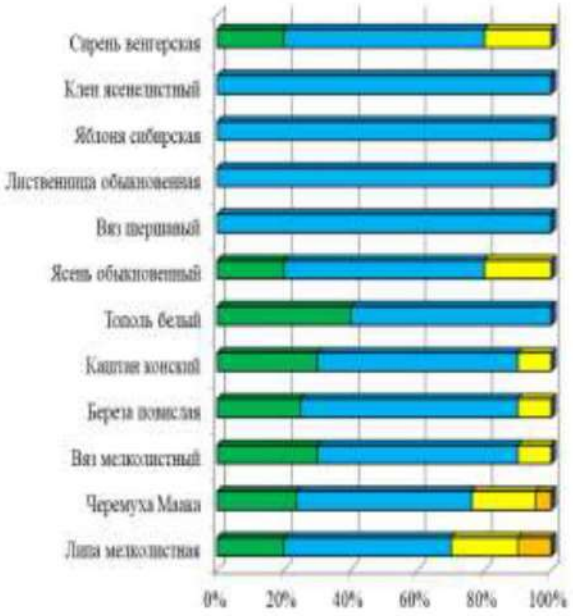
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Проспект Мира . Центральный район			
Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	11056 м	11000 м ²	Критический
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 706 шт.	кустарников – 15 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений		Индекс пространственной формы объекта
70,0%	«ослабленные»		29,7 *
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
 <p>Яблоня сибирская 0% Ясень обыкновенный 1% Клен ясенолистный 0% Сирень венгерская 2% Тополь белый 2% Каштан конский 2% Вяз мелколистный 5% Береза повислая 4% Лилия мелколистная 63% Черемуха Маака 21% Вяз мелколистный Береза повислая Каштан конский Тополь белый Ясень обыкновенный Яблоня сибирская Клен ясенолистный Сирень венгерская</p>		 <p>Сирень венгерская Клен ясенолистный Яблоня сибирская Листовница обыкновенная Вяз шершавый Ясень обыкновенный Тополь белый Каштан конский Береза повислая Вяз мелколистный Черемуха Маака Лилия мелколистная</p>	
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.2 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер им. А.С. Пушкина



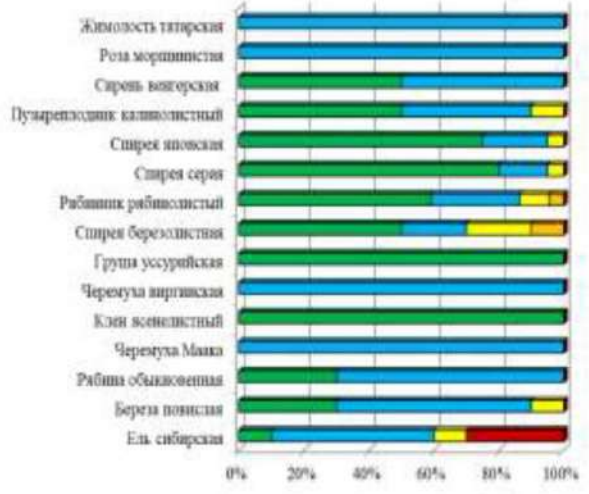
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер им. А. С. Пушкина. Центральный район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	11056 м	11000 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Критический	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 706 шт.	кустарников – 15 шт.
	Значимость объекта	
районного значения		
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
78,8 %	«ослабленные»	1,16 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
 <p>Видовой состав</p>		 <p>Жизненное состояние</p>

Таблица В.3 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Парк «Гвардейский»
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Парк «Гвардейский». Ленинский район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.


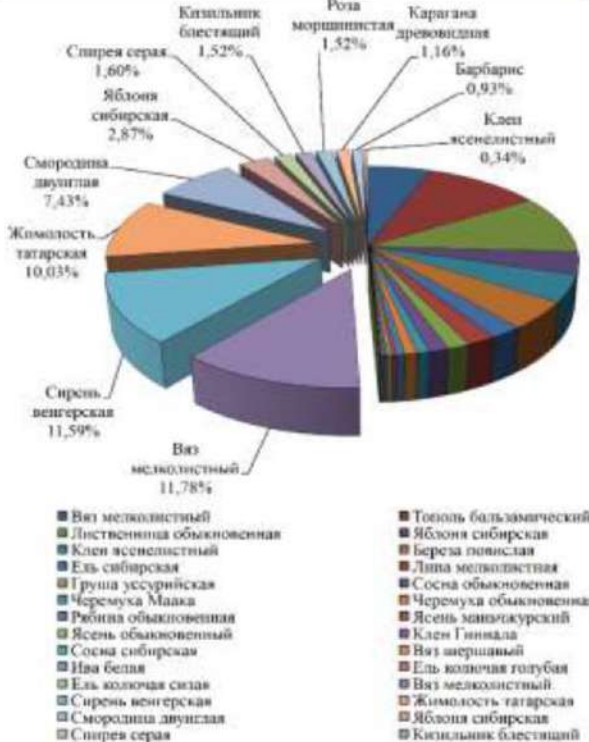
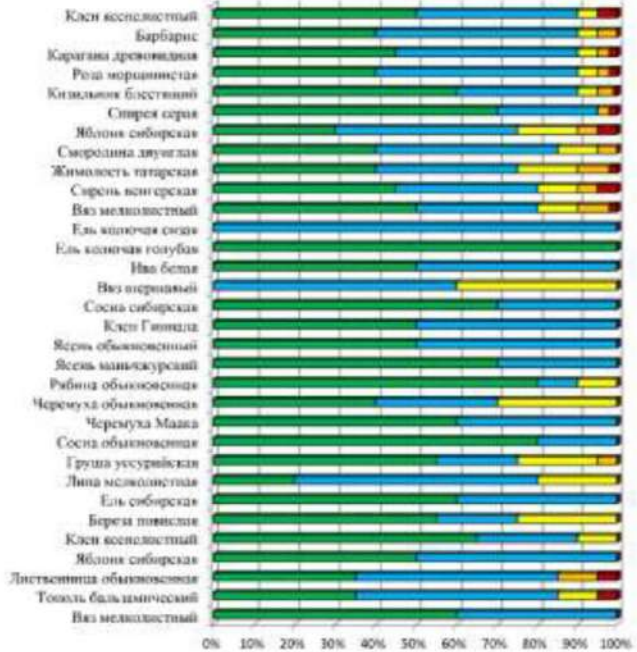
		Категория по функциональному назначению	
		общего пользования	
<p>Ситуационный план</p>		Баланс территории	
		периметр 2023 м	площадь 179700 м ²
<p>Оценка жизненного состояния насаждений объекта</p>		Тип условий произрастания растений	
		Конфликтный	
<p>индекс жизненного состояния насаждений</p> <p>80,8 %</p>		Количество древесных растений на объекте	
		деревьев – 3055 шт.	кустарников – 3169 шт.
<p>средняя категория растений</p> <p>«здоровое»</p>		Значимость объекта	
		районного значения	
<p>Индекс пространственной формы объекта</p> <p>1,35 *</p>		<p>* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.</p>	
			
<p>Видовой состав</p>		<p>Жизненное состояние</p>	

Таблица В.4 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер (ул. Устиновича, 1а)


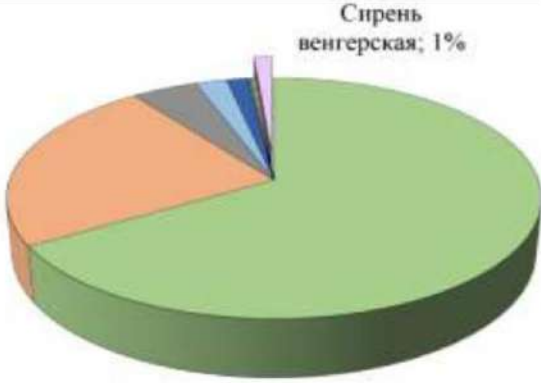
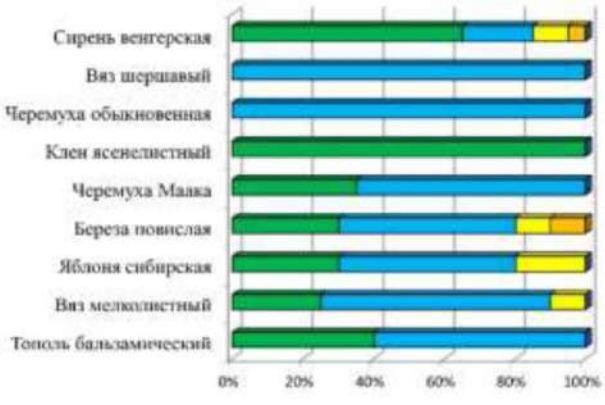
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер (ул. Устиновича, 1а). Советский район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	744 м	22800 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Напряженный	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 536 шт.	кустарников – 7 шт.
	Значимость объекта районного значения	
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
78,1 %	«ослабленные»	1,39 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>Сирень венгерская; 1%</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Тополь бальзамический ■ Яблоня сибирская ■ Черемуха Маака ■ Черемуха обыкновенная ■ Сирень венгерская ■ Вяз мелколистный ■ Береза повислая ■ Клен ясенелистный ■ Вяз шершавый <p>Видовой состав</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>Сирень венгерская</p> <p>Вяз шершавый</p> <p>Черемуха обыкновенная</p> <p>Клен ясенелистный</p> <p>Черемуха Маака</p> <p>Береза повислая</p> <p>Яблоня сибирская</p> <p>Вяз мелколистный</p> <p>Тополь бальзамический</p> <p>Жизненное состояние</p> </div> </div>		

Таблица В.5 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Улица Тельмана
 Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Улица Тельмана. Советский район
 Дата обследования объекта – апрель 2022 г.

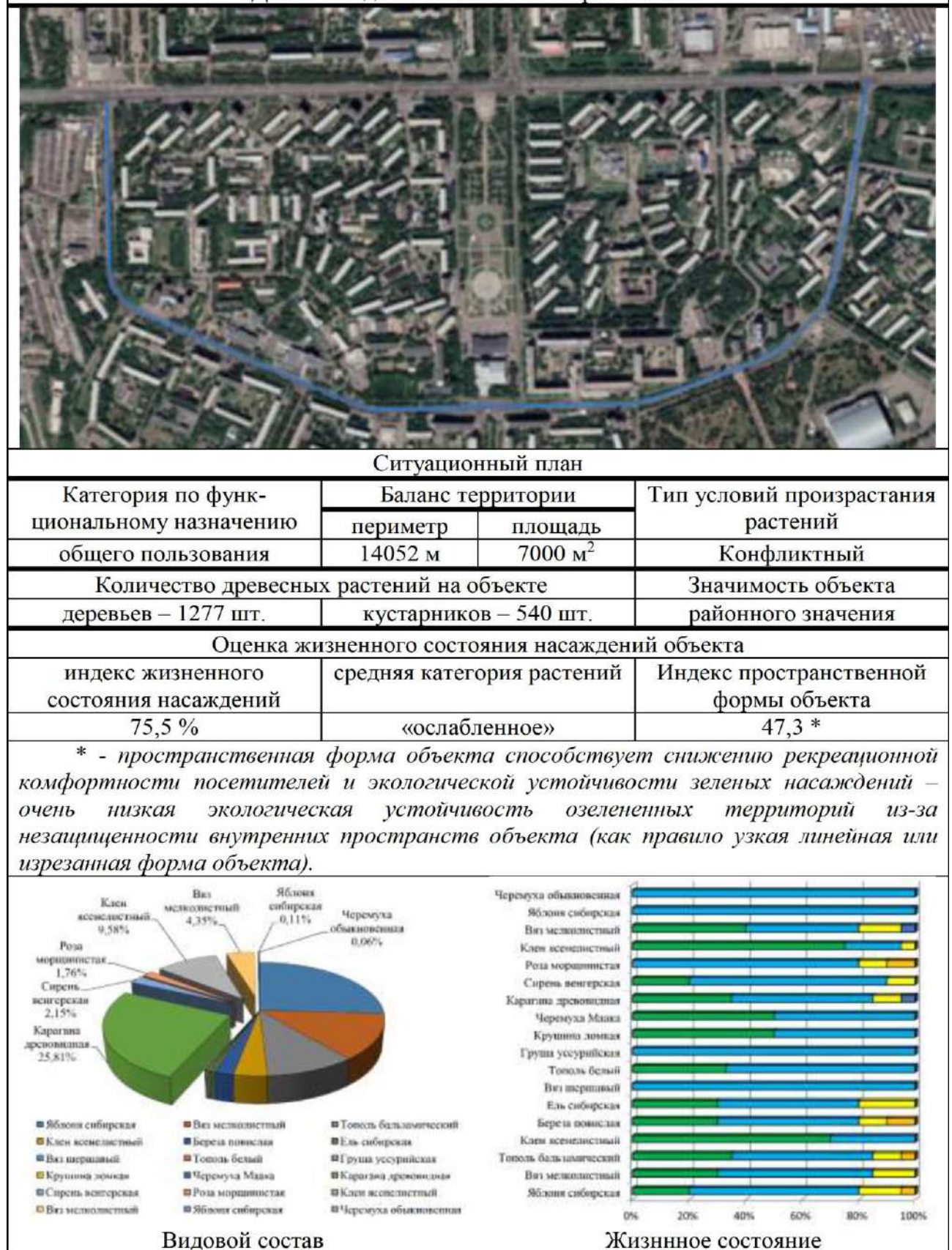
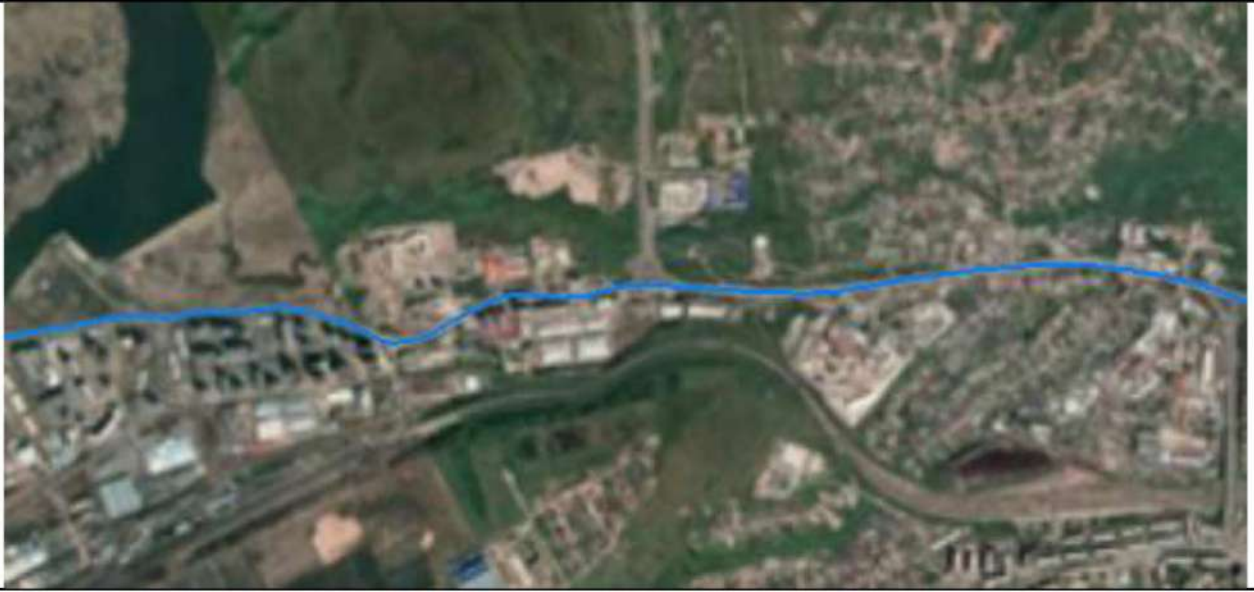


Таблица В.6 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Улица Калинина
 Общие характеристики объекта: г. Красноярск, **Улица Калинина**. Октябрьский район
 Дата обследования объекта – апрель 2022 г.



Ситуационный план

Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	20926 м	15200 м ²	
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 1081 шт.	кустарников – 1764 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений		Индекс пространственной формы объекта
78,0 %	«ослабленное»		47,8 *

* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).



Таблица В.7 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер «Фестивальный»


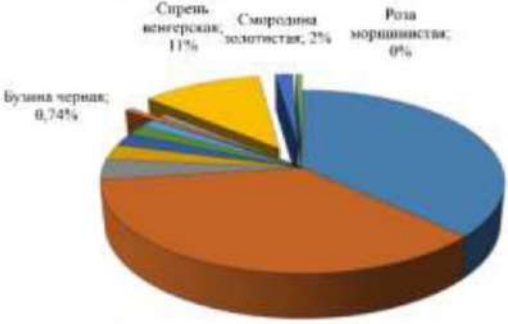
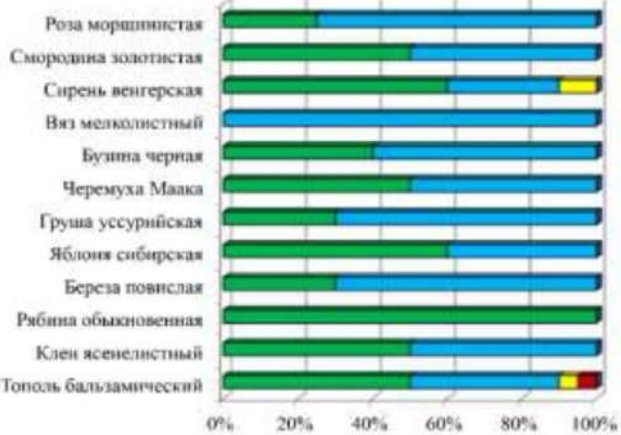
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер «Фестивальный». Октябрьский район			
Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	923 м	127100 м ²	Напряженный
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 578 шт.	кустарников – 92 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта	
80,5 %	«здоровое»	1,74 *	
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
 <p>Сирень венгерская, 11% Смородина золотистая, 2% Роза морщинистая, 0%</p> <p>Бузина черная, 0,74%</p>			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.8 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Парк «Троя»


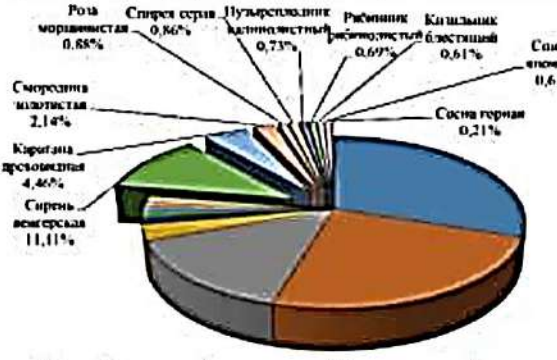
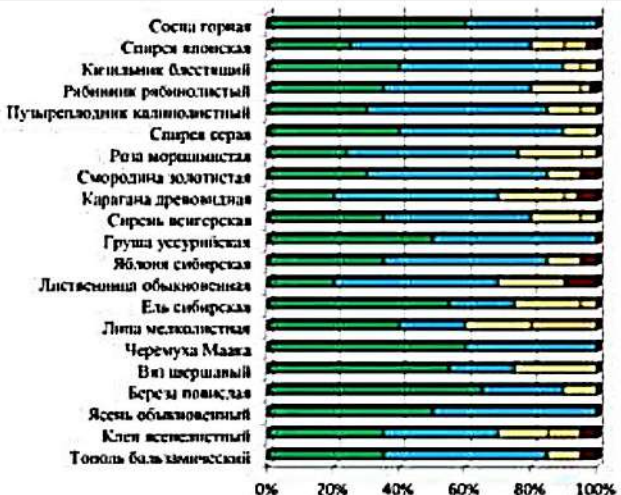
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Парк «Троя». Октябрьский район			
Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	1932 м	127100 м ²	Конфликтный
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 3708 шт.	кустарников – 1064 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта	
74,0 %	«ослабленные»	1,53 *	
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.9 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Улица Железнодорожников


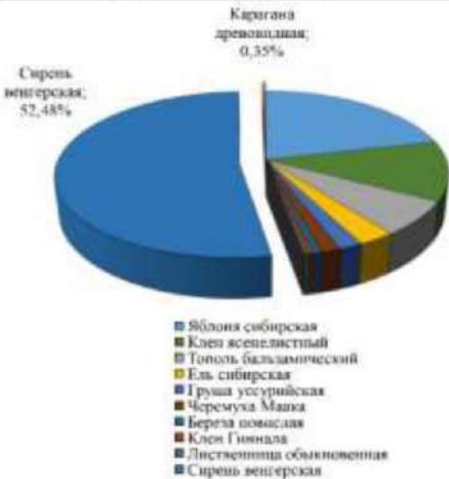
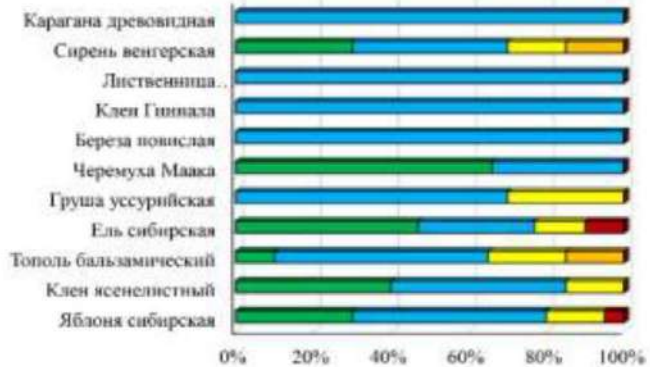
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Улица Железнодорожников. Железнодорожный район Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	4797 м	3100 м ²	Конфликтный
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 133 шт.	кустарников – 149 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений		Индекс пространственной формы объекта
70,4 %	«ослабленные»		24,2 *
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
 <p>Сирень венгерская: 52,48%</p> <p>Карагана древовидная: 0,35%</p>			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.10 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер «Уют»



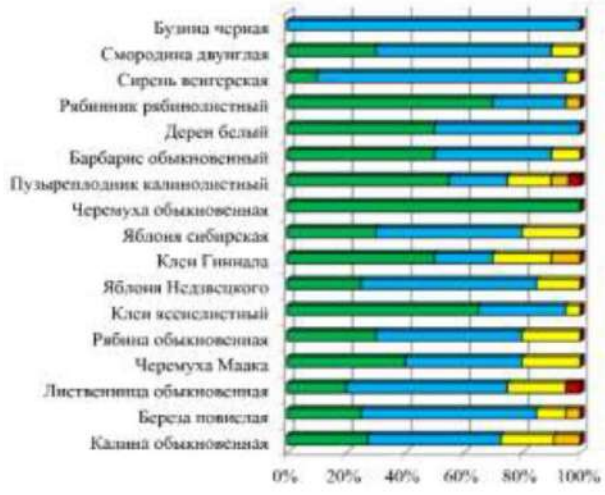
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер «Уют». Железнодорожный район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	312 м	4300 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Конфликтный	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 119 – шт.	кустарников – 253 шт.
	Значимость объекта районного значения	
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
77,8 %	«ослабленные»	1,34 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
		
Видовой состав		Жизненное состояние

Таблица В.11 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер на ул. Железнодорожников, 19

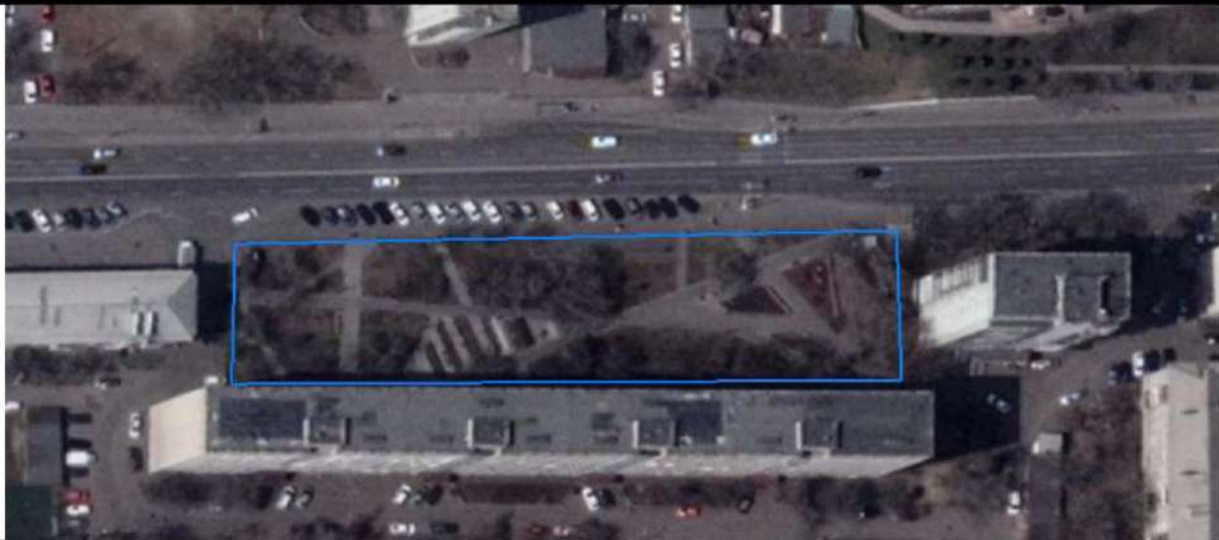
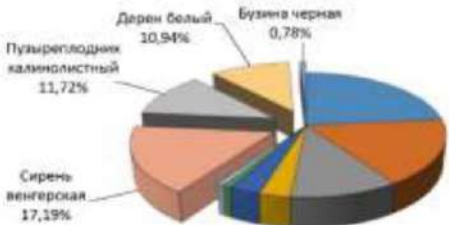
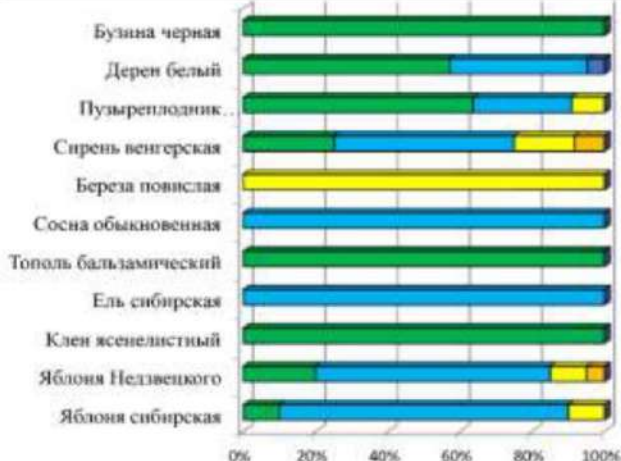
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер на ул. Железнодорожников, 19. Железнодорожный район Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	305 м	3600 м ²	Конфликтный
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 76 шт.	кустарников – 52 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений		Индекс пространственной формы объекта
80,3 %	«здоровое»		1,43 *
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.12 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер на ул. Матросова, 10


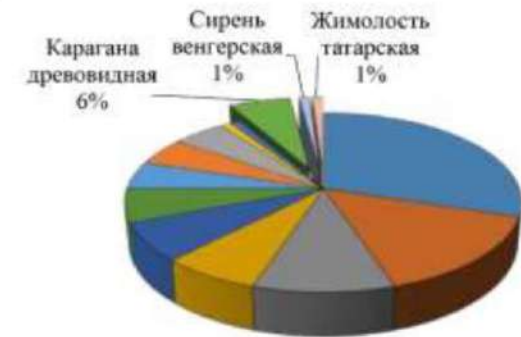
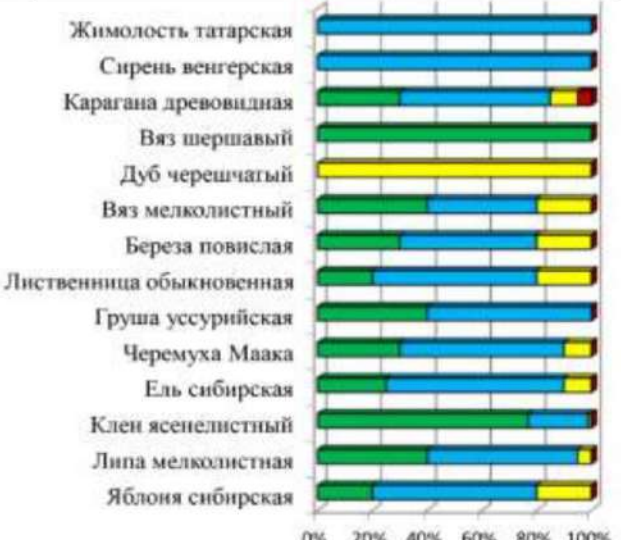
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер на ул. Матросова, 10. Свердловский район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	269 м	4100 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Конфликтный	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 92 шт.	кустарников – 8 шт.
	Значимость объекта районного значения	
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
71,6 %	«ослабленное»	1,19 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
		
<p>Видовой состав</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Яблоня сибирская ■ Клен ясенелистный ■ Черемуха Маака ■ Липа мелколистная ■ Ель сибирская ■ Груша уссурийская ■ Береза повислая ■ Дуб черешчатый ■ Карагана древовидная ■ Вяз мелколистный ■ Вяз шершавый 		
		<p>Жизненное состояние</p>

Таблица В.13 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер «Паниковка»
 Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер «Паниковка», Свердловский район
 Дата обследования объекта – апрель 2022 г.

			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	1320 м	51700 м ²	Конфликтный
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 1030 шт.	кустарников – 212 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений		Индекс пространственной формы объекта
77,4 %	«ослабленные»		1,64 *
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
 <p>Жимолость татарская; 2,90% Вишня войлочная; 0,32% Карагана древовидная; 0,16% Сирень венгерская; 13,69%</p>			
<p>■ Вяз мелколистный ■ Клен ясенелистный ■ Листовенница обыкновенная ■ Береза повислая ■ Черемуха Маака ■ Рябина обыкновенная ■ Груша уссурийская ■ Крушина ломкая ■ Сирень венгерская ■ Вишня войлочная</p>		<p>■ Карагана древовидная ■ Вишня войлочная ■ Жимолость татарская ■ Сирень венгерская ■ Калина обыкновенная ■ Крушина ломкая ■ Ель сибирская ■ Груша уссурийская ■ Черемуха белая ■ Рябина обыкновенная ■ Липа мелколистная ■ Черемуха Маака ■ Ясень обыкновенный ■ Береза повислая ■ Сосна обыкновенная ■ Листовенница обыкновенная ■ Тополь бальзамический ■ Клен ясенелистный ■ Яблоня сибирская ■ Вяз мелколистный</p>	
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.14 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Улица Судостроителей


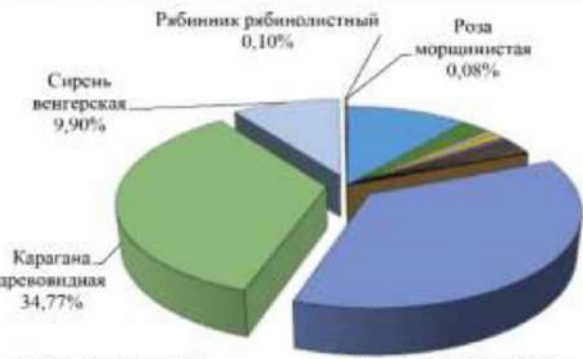
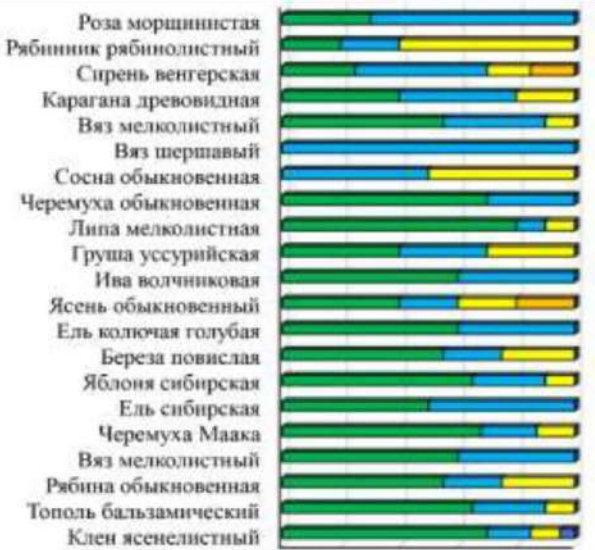
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Улица Судостроителей. Свердловский район			
Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	12520 м	13100 м ²	Конфликтный
Количество древесных растений на объекте		Значимость объекта	
деревьев – 742 шт.	кустарников – 3164 шт.	районного значения	
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта	
78,8 %	«ослабленные»	30,8 *	
<p>* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).</p>			
			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.15 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Парк «Кировский»
 Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Парк «Кировский», Кировский район.
 Дата обследования объекта – апрель 2022 г.




		Категория по функциональному назначению	
		общего пользования	
Ситуационный план		Баланс территории	
		периметр 1658 м	площадь 66000 м ²
		Тип условий произрастания растений	
		Конфликтный	
		Количество древесных растений на объекте	
		деревьев – 1723 шт.	кустарников – 1582 шт.
		Значимость объекта районного значения	
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта	
75,1 %	«ослабленные»	1,82 *	
<p>* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.</p>			
			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.16 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Площадь - бульвар Маяковского Кировский район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.


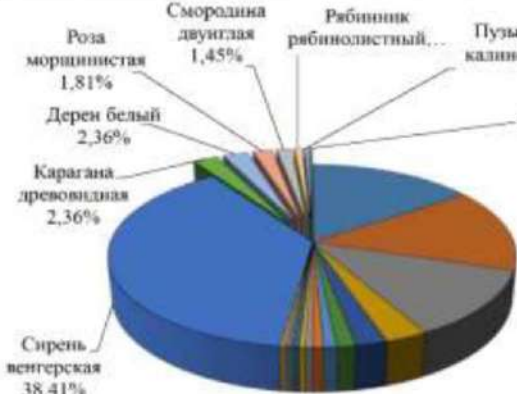
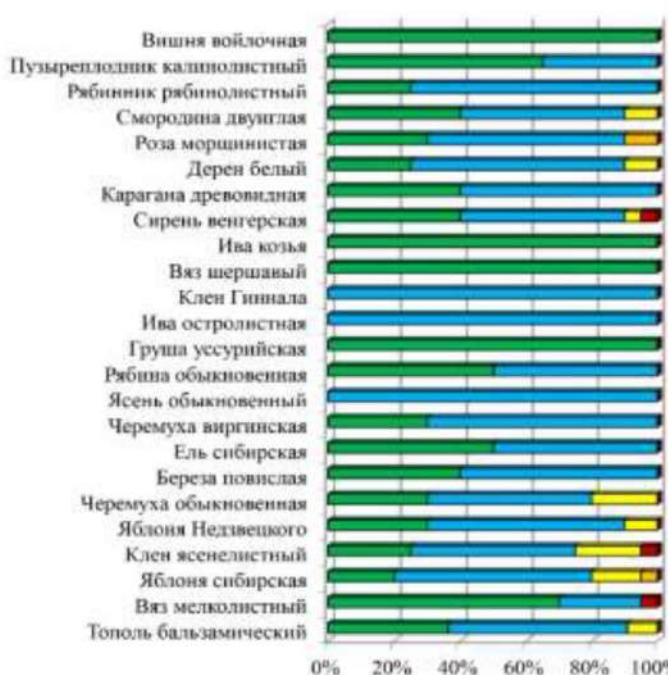
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Площадь - бульвар Маяковского. Кировский район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	1708 м	20100 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Конфликтный	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 289 шт.	кустарников – 264 шт.
	Значимость объекта районного значения	
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
81,3 %	«здоровое»	3,40 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
		
<p>Видовой состав</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Тополь бальзамический ■ Яблоня сибирская ■ Яблоня Недзвецкого ■ Береза повислая ■ Черемуха виргинская ■ Рябина обыкновенная ■ Ива остролистная ■ Вяз шершавый ■ Сирень венгерская ■ Дерен белый ■ Смородина двуликая ■ Пузыреплодник калинолистный ■ Вяз мелколистный ■ Клен ясенелистный ■ Черемуха обыкновенная ■ Ель сибирская ■ Ясень обыкновенный ■ Груша уссурийская ■ Клен Гиннала ■ Ива козья ■ Карагана древовидная ■ Роза морщинистая ■ Рябинник рябинолистный ■ Вишня войлочная 		
Видовой состав		Жизненное состояние

Таблица В.17 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Проспект им. газеты «Красноярский рабочий»


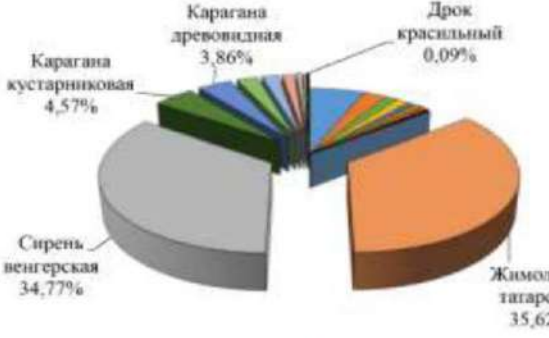
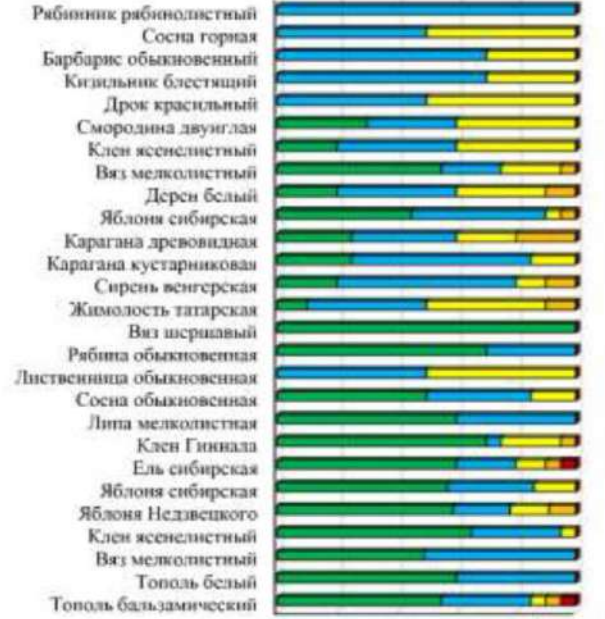
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Проспект им. газеты «Красноярский рабочий» . Кировский район			
Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	12002 м	10800 м ²	Критический
Количество древесных растений на объекте			Значимость объекта районного значения
деревьев – 673 шт.	кустарников – 4006 шт.		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений		Индекс пространственной формы объекта
73,2 %	«ослабленные»		32,6 *
* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).			
			
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.18 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер «Одесский»


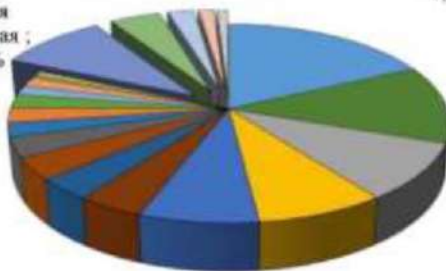
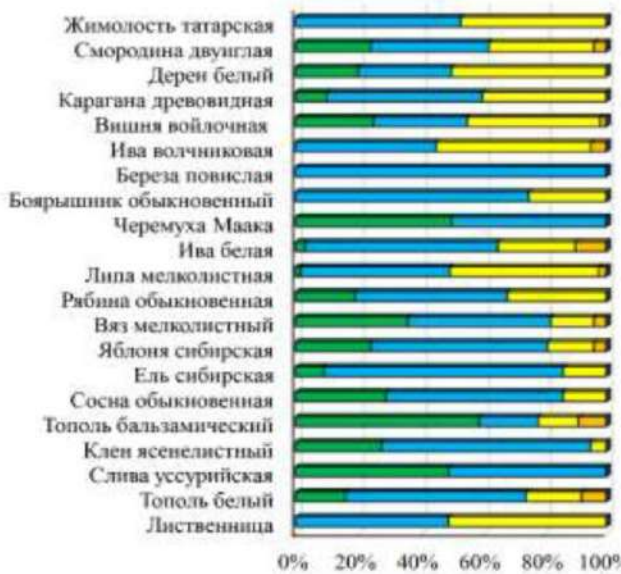
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер «Одесский», Ленинский район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	675 м	15000 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Критический	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 426 шт.	кустарников – 96 шт.
	Значимость объекта районного значения	
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
66,6 %	«ослабленные»	1,55 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
<p>Карагана древовидная; 4,41%</p> <p>Дерен белый; 2,30%</p> <p>Смородина двулиглая; 1,34%</p> <p>Жимолость татарская; 0,96%</p> <p>Вишня войлочная; 9,39%</p> 	<p>Жимолость татарская</p> <p>Смородина двулиглая</p> <p>Дерен белый</p> <p>Карагана древовидная</p> <p>Вишня войлочная</p> <p>Ива волчицковая</p> <p>Береза повислая</p> <p>Боярышник обыкновенный</p> <p>Черемуха Маака</p> <p>Ива белая</p> <p>Липа мелколистная</p> <p>Рябина обыкновенная</p> <p>Вяз мелколистный</p> <p>Яблоня сибирская</p> <p>Ель сибирская</p> <p>Сосна обыкновенная</p> <p>Тополь бальзамический</p> <p>Клен ясенелистный</p> <p>Слива уссурийская</p> <p>Тополь белый</p> <p>Лиственница</p>	
Видовой состав		Жизненное состояние

Таблица В.19 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер им. 1 мая
 Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер им. 1 мая. Ленинский район.
 Дата обследования объекта – апрель 2022 г.

	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	897 м	43300 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Конфликтный	
	Количество древесных растений на объекте	
	деревьев – 1165 шт.	кустарников – 1708 шт.
	Значимость объекта районного значения	

Ситуационный план

Оценка жизненного состояния насаждений объекта

индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
83,4 %	«здоровое»	1,22 *

* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.

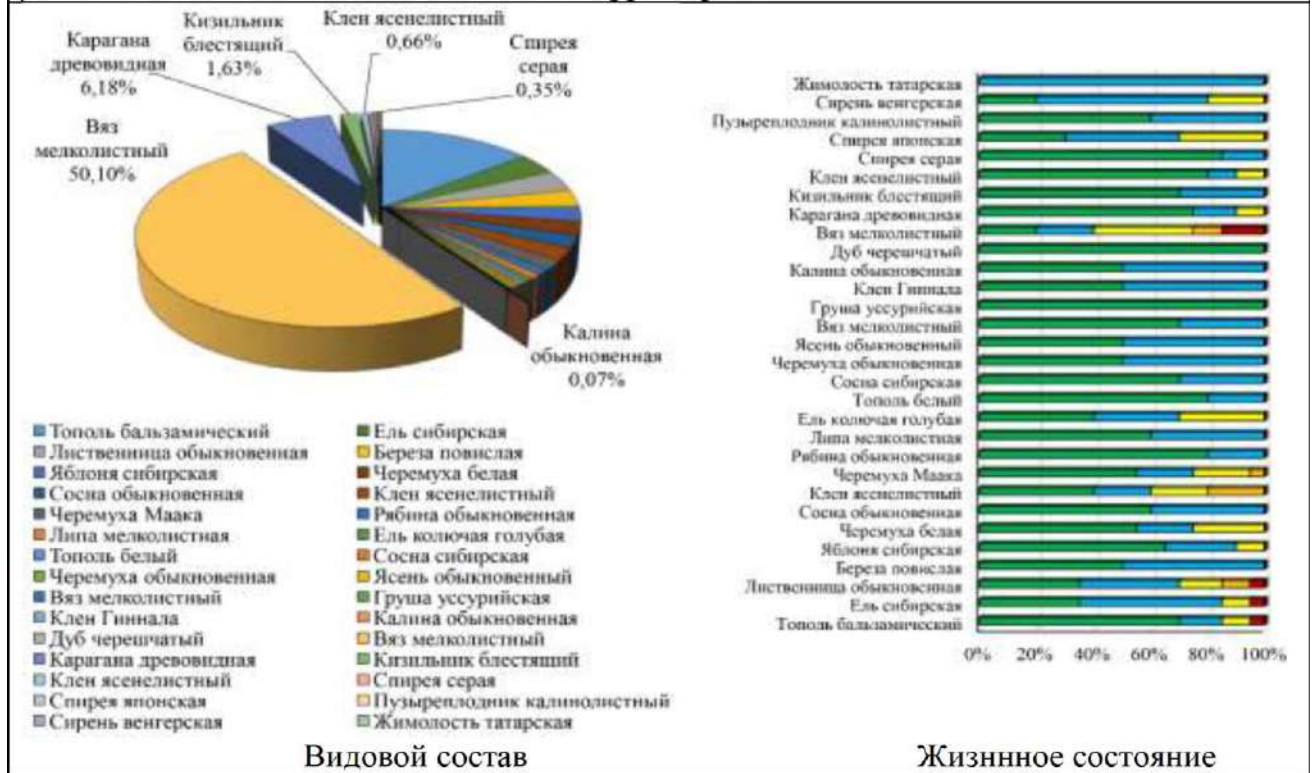


Таблица В.20 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Улица Юности


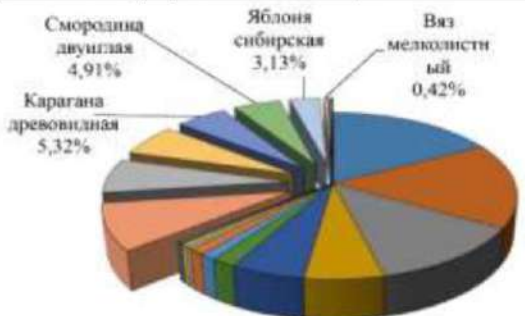
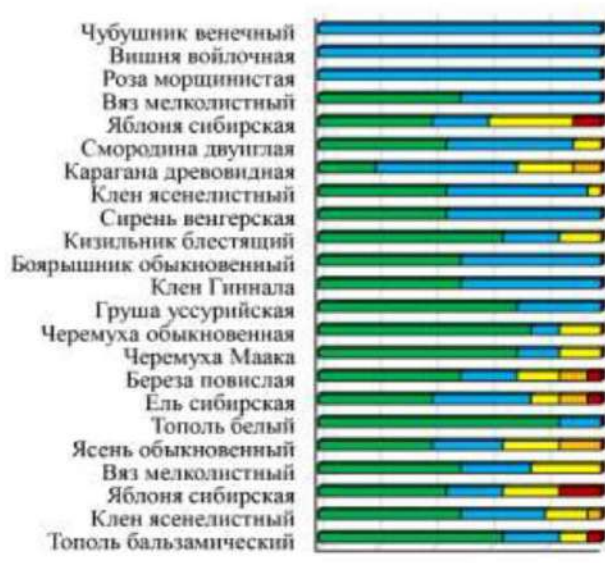

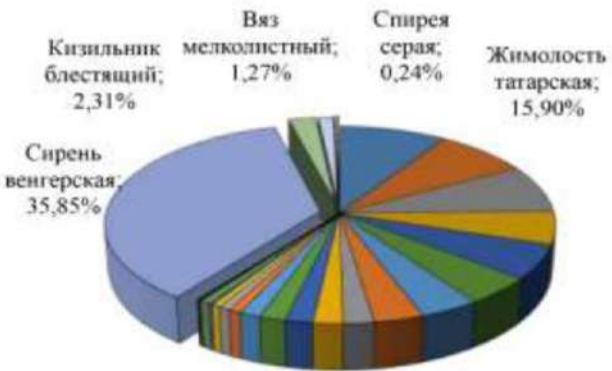
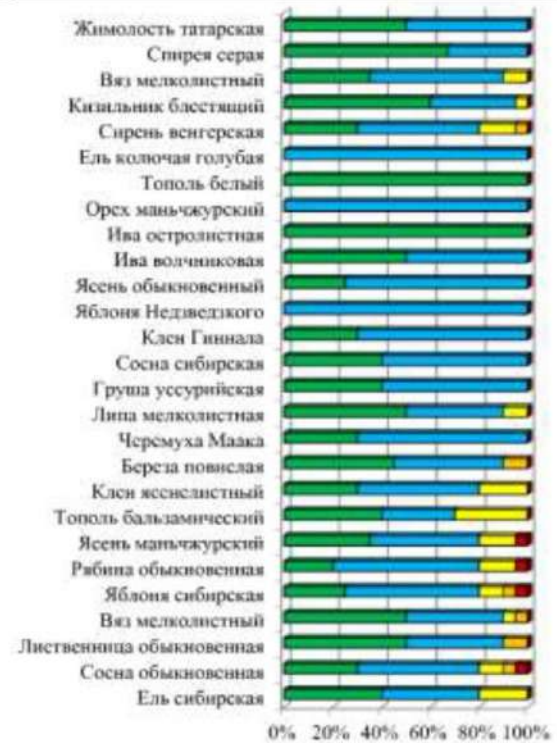
Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Улица Юности . Ленинский район			
Дата обследования объекта – апрель 2022 г.			
			
Ситуационный план			
Категория по функциональному назначению	Баланс территории		Тип условий произрастания растений
	периметр	площадь	
общего пользования	5630 м	6600 м ²	Конфликтный
Количество древесных растений на объекте		Значимость объекта	
деревьев – 713 шт.	кустарников – 341 шт.	районного значения	
Оценка жизненного состояния насаждений объекта			
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта	
78,1 %	«ослабленные»	19,5 *	
* - пространственная форма объекта способствует снижению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости зеленых насаждений – очень низкая экологическая устойчивость озелененных территорий из-за незащищенности внутренних пространств объекта (как правило узкая линейная или изрезанная форма объекта).			
 <p>Смородина двуликая 4,91% Яблоня сибирская 3,13% Вяз мелколистный 0,42% Карагана древовидная 5,32%</p>			
<p>■ Тополь бальзамический ■ Яблоня сибирская ■ Ясень обыкновенный ■ Ель сибирская ■ Черемуха Маака ■ Груша уссурийская ■ Боярышник обыкновенный ■ Сирень венгерская ■ Карагана древовидная ■ Яблоня сибирская ■ Роза морщинистая ■ Чубушник венечный</p> <p>■ Клен ясенелистный ■ Вяз мелколистный ■ Тополь белый ■ Береза повислая ■ Черемуха обыкновенная ■ Клен Гиннала ■ Кизильник блестящий ■ Клен ясенелистный ■ Смородина двуликая ■ Вяз мелколистный ■ Вишня войлочная</p>		<p>Чубушник венечный Вишня войлочная Роза морщинистая Вяз мелколистный Яблоня сибирская Смородина двуликая Карагана древовидная Клен ясенелистный Сирень венгерская Кизильник блестящий Боярышник обыкновенный Клен Гиннала Груша уссурийская Черемуха обыкновенная Черемуха Маака Береза повислая Ель сибирская Тополь белый Ясень обыкновенный Вяз мелколистный Яблоня сибирская Клен ясенелистный Тополь бальзамический</p> <p>0% 20% 40% 60% 80% 100%</p>	
Видовой состав		Жизненное состояние	

Таблица В.21 – Фрагмент экологического паспорта объекта озеленения – Сквер «Победителей»

Общие характеристики объекта: г. Красноярск, Сквер «Победителей». Центральный район. Дата обследования объекта – апрель 2022 г.		
	Категория по функциональному назначению	
	общего пользования	
	Баланс территории	
	периметр	площадь
	1010 м	57100 м ²
	Тип условий произрастания растений	
	Конфликтный	
Количество древесных растений на объекте		
деревьев – шт.	кустарников – шт.	
Значимость объекта районного значения		
Ситуационный план		
Оценка жизненного состояния насаждений объекта		
индекс жизненного состояния насаждений	средняя категория растений	Индекс пространственной формы объекта
78,6 %	«ослабленные»	1,19 *
* - пространственная форма объекта является экологически эффективной, т.е. способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории.		
 <p>Вяз мелколистный; 1,27%</p> <p>Спирея серая; 0,24%</p> <p>Жимолость татарская; 15,90%</p> <p>Кизильник блестящий; 2,31%</p> <p>Сирень венгерская; 35,85%</p>		
<p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ель сибирская ■ Лиственница обыкновенная ■ Яблоня сибирская ■ Ясень маньчжурский ■ Клен ясенелистный ■ Черемуха Маака ■ Груша уссурийская ■ Клен Гиннала ■ Ясень обыкновенный ■ Ива остролистная ■ Тополь белый ■ Сирень венгерская ■ Вяз мелколистный ■ Жимолость татарская ■ Сосна обыкновенная ■ Вяз мелколистный ■ Рябина обыкновенная ■ Тополь бальзамический ■ Береза повислая ■ Липа мелколистная ■ Сосна сибирская ■ Яблоня Недзведцкого ■ Ива волчьиная ■ Орех маньчжурский ■ Ель колючая голубая ■ Кизильник блестящий ■ Спирея серая </p>		<p> <ul style="list-style-type: none"> Жимолость татарская Спирея серая Вяз мелколистный Кизильник блестящий Сирень венгерская Ель колючая голубая Тополь белый Орех маньчжурский Ива остролистная Ива волчьиная Ясень обыкновенный Яблоня Недзведцкого Клен Гиннала Сосна сибирская Груша уссурийская Липа мелколистная Черемуха Маака Береза повислая Клен ясенелистный Тополь бальзамический Ясень маньчжурский Рябина обыкновенная Яблоня сибирская Вяз мелколистный Лиственница обыкновенная Сосна обыкновенная Ель сибирская </p>
Видовой состав		Жизненное состояние

Приложение Г

Результаты дисперсионного анализа

Таблица Г.1 – Сирень венгерская. I, II, III, IV типы условий произрастания

Тип условий произрастания	Показатель асимметрии листьев. Варианты опыта - X			Сумма вариант	Среднее значение X	X ²	Сумма квадратов в средних значений	Общая сумма квадратов отклонений	Межгрупповая сумма отклонений	Внутригрупповая или остаточная сумма квадратов отклонений
	2,	2,	2,59							
I	2,56	2,47	2,59		2,54	6,45				
II	2,86	3,02	2,94		2,94	8,64				
III	3,27	3,27	3,29		3,28	10,74				
IV	4,15	4,18	4,17		4,17	17,36				
				38,77			43,19	4,34	4,319158	0,021333
Дисперсия										
Число степеней свободы для общей дисперсии - K _y		Число степеней свободы для межгрупповой дисперсии - K _x		Число степеней свободы для внутригрупповой дисперсии - K _z		общая для всего комплекса - D _y /K _y		межгрупповая или факториальная		внутригрупповая или остаточная
12-1=11		4-1=3		11-3=8		0,39459		1,439719		0,002667
X ²			Сумма квадратов в варианте	Итоговые данные дисперсионного анализа						
6,55	6,10	6,70		Источники вариации	Степени свободы	сумма квадратов отклонений	средний квадрат	Критерий Фишера		
8,17	9,12	8,64						расчетный	табличный	
10,69	10,69	10,82							P=0,05	P=0,01
17,22	17,47	17,88						Межгрупповая	3	4,319158
			129,5999	Внутригрупповая	8	0,021333	0,0026		-	-
				Общая	11	4,34	-	-	-	-

Таблица Г.2 – Сирень венгерская. I, II, III, IV типы условий произрастания

Тип условий произрастания	Показатель асимметрии листьев. Варианты опыта - X			Сумма вариант	Среднее значение X	X ²	Сумма квадратов в средних значениях	Общая сумма квадратов отклонений	Межгрупповая сумма отклонений	Внутригрупповая или остаточная сумма квадратов отклонений												
	2,56	2,47	2,59																			
I	2,56	2,47	2,59		2,54	6,45																
II	2,86	3,02	2,94		2,94	8,64																
III	3,27	3,27	3,29		3,28	10,74																
IV	4,15	4,18	4,17		4,17	17,36																
				38,77			43,19	4,34	4,319158	0,021333												
Дисперсия																						
Число степеней свободы для общей дисперсии - K _y			Число степеней свободы для межгрупповой дисперсии - K _x			Число степеней свободы для внутригрупповой дисперсии - K _z			общая для всего комплекса - D _y /K _y		межгрупповая или факториальная		внутригрупповая или остаточная									
12-1=11			4-1=3			11-3=8			0,39459		1,439719		0,002667									
X²			Сумма квадратов в варианте			Итоговые данные дисперсионного анализа																
6,55						6,10			6,70			Критерий Фишера			табличный							
8,17			9,12			8,64			расчетный		P=0,05						P=0,01					
10,69			10,69			10,82							Источники вариации		Степени свободы				сумма квадратов отклонений		средний квадрат	
17,22			17,47			17,38			Межгрупповая		3						4,319158					
													Внутригрупповая		8				0,021333		0,0026	
									Общая		11						4,34					

Приложение Д

Параметры и коэффициенты уравнений

Таблица Д.1 - Параметры и коэффициенты линейных уравнений связи между показателями жизненного состояния растений и пространственной формой объекта озеленения

Коэффициенты	Вид кустарника / теснота линейной связи между признаками				
	Сирень венгерская	Смородина двуиглая	Карагана древовидная	Кизильник блестящий	Жимолость татарская
a	-0,2884	-0,2268	-0,4421	-0,5617	-0,5657
b	78,729	77,83	79,069	79,643	73,872
R^2	0,4228	0,3881	0,5044	0,783	0,561

Таблица Д.2 – Результаты измерения влагоудерживающей способности

Название растений	Водоудерживающая способность, %						Потеря влаги растениями, %
	0:00	0:30	1:30	2:00	2:30	3:00	
1	2	3	4	5	6	7	8
Сквер "Одесский"							
Карагана древовидная	100	95,5	91,0	87,4	86,7	85,4	14,6
Вишня войлочная	100	92,9	86,4	85,1	83,1	81,7	18,3
Береза повислая	100	98,0	95,0	92,8	92,2	91,6	8,4
Жимолость татарская	100	96,3	93,6	91,4	90,3	89,0	11,0
Липа	100	97,1	95,8	94,4	93,1	91,8	8,2
Смородина двуиглая	100	98,8	98,4	98,0	97,5	96,5	3,5
Дерен белый	100	93,1	90,1	87,1	83,9	82,5	17,5
ул. Юности							
Вишня войлочная	100	95,4	93,0	90,3	88,6	87,7	12,3
Роза морщинистая	100	95,4	92,3	87,9	87,1	86,3	13,7
Сирень венгерская	100	98,3	96,8	96,3	96,2	95,6	4,4
Карагана древовидная	100	97,9	95,7	94,1	93,1	92,2	7,8
Кизильник блестящий	100	97,0	95,9	94,3	93,0	91,4	8,6
Смородина двуиглая	100	97,0	95,8	94,9	93,0	90,5	9,5
Чубушник венечный	100	97,6	96,6	92,7	90,7	89,8	10,2
Сквер им. А.С.Пушкина							
Сирень венгерская	100	98,5	97,0	96,5	95,7	94,7	5,3
Роза морщинистая	100	91,9	89,7	87,3	86,5	85,0	15,0
Рябинник рябинолистный	100	94,8	93,0	91,1	89,5	87,8	12,2
Жимолость татарская	100	98,5	96,9	96,2	94,8	93,7	6,3
Спирея японская	100	93,7	92,2	91,2	89,6	87,0	13,0
Спирея серая	100	96,8	96,3	93,8	92,7	89,7	10,3
Спирея березолистная	100	96,5	95,5	92,7	91,5	89,7	10,3
Сирень венгерская	100	98,5	96,5	94,9	93,6	92,0	8,0
Кизильник блестящий	100	92,3	89,7	86,9	84,5	83,1	16,9
ул. Тельмана							
Сирень венгерская	100	98,6	97,4	96,2	95,1	94,3	5,7
Карагана древовидная	100	97,2	94,2	91,7	89,7	87,5	12,5
Роза морщинистая	100	97,9	96,2	93,2	91,3	90,0	10,0

1	2	3	4	5	6	7	8
Парк "Гвардейский"							
Роза морщинистая	100	97,8	97,1	95,4	94,1	92,8	7,2
Спирея серая	100	99,6	96,3	94,2	92,0	89,9	10,1
Карагана древовидная	100	97,9	95,4	93,3	91,6	89,8	10,2
Сирень венгерская	100	97,9	96,1	94,4	92,7	91,6	8,4
Барбарис обыкновенный	100	97,1	96,0	94,6	92,8	91,6	8,4
Лох серебристый	100	99,2	98,0	97,1	95,8	94,9	5,1
Бересклет крылатый	100	99,1	97,9	96,6	95,4	94,4	5,6
Жимолость татарская	100	99,2	97,7	95,3	93,8	92,9	7,1
Кизильник блестящий	100	98,8	97,0	95,1	93,2	91,5	8,5
Бузина черная	100	98,2	96,8	95,6	94,7	93,7	6,3
ул. Судостроительная							
Роза морщинистая	100	98,1	95,0	93,1	90,5	88,6	11,4
Рябинник рябинолистный	100	96,0	92,9	92,2	88,3	84,1	15,9
Сирень венгерская	100	95,9	93,9	92,1	90,1	88,2	11,8
Карагана древовидная	100	91,6	88,5	85,6	81,9	76,8	23,2
Сквер по ул. Матросова, 10							
Жимолость татарская	100	95,9	94,2	92,9	91,3	90,6	9,4
Сирень венгерская	100	94,2	91,2	87,0	84,7	83,6	16,4
Карагана древовидная	100	89,9	85,0	81,4	78,5	76,9	23,1
Парк "Кировский"							
Рябинник рябинолистный	100	96,4	92,2	85,7	79,7	75,4	24,6
Карагана древовидная	100	92,7	89,2	88,2	84,8	82,7	17,3
Кизильник блестящий	100	92,6	90,1	88,4	86,8	85,3	14,7
Спирея серая	100	86,9	81,2	79,8	77,7	75,2	24,8
Пузыреплодник дьябола	100	93,8	88,0	86,9	85,0	83,1	16,9
Лох серебристый	100	97,6	94,3	93,4	92,5	91,1	8,9
Спирея японская	100	96,0	91,6	89,5	86,8	84,2	15,8
Калина обыкновенная	100	96,1	92,3	91,9	90,8	90,3	9,7
Гортензия метельчатая	100	96,4	93,5	91,9	91,1	90,6	9,4
Дерен белый	100	93,5	87,2	86,1	83,9	82,2	17,8
пр. им. газеты "Красноярский рабочий"							
Дерен белый	100	94,7	91,1	89,5	88,9	88,4	11,6

1	2	3	4	5	6	7	8
Карагана кустарниковая	100	89,0	79,8	76,0	75,2	73,7	26,3
Кизильник блестящий	100	94,9	93,3	91,2	90,1	89,1	10,9
Сосна горная	100	99,3	99,2	99,1	98,9	98,7	1,3
п. им. 1 мая							
Жимолость татарская	100	97,6	97,6	97,0	95,7	95,2	4,8
Карагана древовидная	100	97,8	93,1	90,9	88,9	84,4	15,6
Спирея японская	100	93,7	90,4	86,3	85,9	84,7	15,3
Кизильник блестящий	100	97,5	94,7	91,4	89,7	88,9	11,1
Сирень венгерская	100	97,6	93,1	91,1	90,2	89,8	10,2
Пузыреплодник калинолистный	100	94,4	92,9	91,1	89,8	87,4	12,6
Площадь и бульвар Маяковского							
Сирень венгерская	100	96,3	94,4	92,2	90,0	88,9	11,1
Сирень обыкновенная	100	96,9	94,2	92,4	92,1	91,6	8,4
Кизильник блестящий	100	97,9	96,2	93,7	91,1	89,4	10,6
Гортензия метельчатая	100	97,6	94,0	91,5	89,7	87,4	12,6
Дерен белый	100	93,4	92,8	91,3	90,1	89,5	10,5
Смородина двуиглая	100	97,4	96,5	95,5	95,1	94,3	5,7
Рябинник рябинолистный	100	94,9	91,9	88,8	87,2	86,5	13,5
Сосна горная	100	96,0	91,4	91,1	90,5	89,2	10,8
Сквер "Паниковка"							
Сирень венгерская	100	96,7	93,7	93,0	92,5	91,5	8,5
Сирень обыкновенная	100	96,7	94,4	94,0	93,7	93,4	6,6
Кизильник блестящий	100	96,9	93,0	91,8	90,5	89,9	10,1
Жимолость татарская	100	97,8	97,1	96,9	96,4	96,1	3,9
Калина обыкновенная	100	99,4	98,3	97,6	97,0	96,5	3,5
Карагана древовидная	100	96,6	94,9	92,6	90,6	89,4	10,6
Вишня войлочная	100	96,6	91,2	85,7	83,0	79,9	20,1
Карагана кустарниковая	100	95,2	88,6	88,0	85,9	84,3	15,7
Сквер "Победителей"							
Кизильник блестящий	100	99,1	98,5	97,6	95,8	94,7	5,3
Спирея серая	100	98,3	98,0	95,6	94,5	93,4	6,6

1	2	3	4	5	6	7	8
Сирень венгерская	100	98,6	97,8	96,6	95,6	94,8	5,2
Жимолость татарская	100	98,7	97,7	96,4	95,8	95,4	4,6
с. ул. Устиновича, 1а							
Сирень венгерская	100	98,1	97,3	95,9	95,2	94,8	5,2
Сквер "Фестивальный"							
Сирень венгерская	100	96,0	93,8	92,7	91,6	90,3	9,7
Смородина золотистая	100	99,0	98,2	97,2	95,8	94,7	5,3
Роза морщинистая	100	98,4	96,9	95,3	93,2	92,6	7,4
ул. Калинина							
Смородина двуиглая	100	99,4	99,0	98,0	96,4	96,1	3,9
Сирень венгерская	100	97,4	95,8	94,7	93,3	92,6	7,4
Кизильник блестящий	100	96,7	94,4	92,6	91,6	88,1	11,9
Спирея серая	100	94,7	92,7	88,4	85,7	82,8	17,2
Рябинник рябинолистный	100	96,4	95,4	94,2	91,7	90,9	9,1
Пузыреплодник калинолистный	100	94,1	89,7	86,0	81,2	80,1	19,9
Сквер ул. Железнодорожников, 19							
Пузыреплодник калинолистный	100	98,4	97,2	95,7	94,8	94,2	5,8
Бузина черная	100	99,8	99,4	98,0	93,6	89,5	10,5
Парк "Троя"							
Карагана древовидная	100	91,0	87,5	86,7	86,4	79,9	20,1
Спирея японская	100	93,4	90,2	87,3	86,4	85,7	14,3
Сирень венгерская	100	93,5	91,6	90,1	89,4	89,0	11,0
Пузыреплодник Дьябола	100	97,9	96,1	95,0	93,0	92,3	7,7
Роза морщинистая	100	98,6	97,7	95,6	95,1	94,0	6,0
Смородина золотистая	100	96,9	96,0	94,3	88,3	87,3	12,7
Сирень венгерская	100	96,5	93,0	90,9	90,0	89,1	10,9
Дерен белый	100	99,0	97,8	95,7	94,4	93,4	6,6
Пузыреплодник калинолистный	100	97,6	96,3	94,6	93,7	93,2	6,8
Сквер "Уют"							
Бузина черная	100	96,4	93,6	91,9	89,8	88,9	11,1
Смородина двуиглая	100	98,0	96,3	94,1	93,6	92,7	7,3
Рябинник рябинолистный	100	98,9	97,2	94,5	91,9	89,6	10,4
Сирень венгерская	100	99,2	98,0	96,9	95,9	95,3	4,7
Дерен белый	100	97,7	96,7	96,1	94,1	93,1	6,9

Окончание таблицы Д.2

1	2	3	4	5	6	7	8
Барбарис обыкновенный	100	97,8	94,3	93,6	90,8	88,7	11,3
Калина обыкновенная	100	97,9	96,3	94,0	92,8	91,4	8,6

Таблица Д.3 – Статистические показатели влагоудерживающей способности кустарников по типам условий произрастания на объектах озеленения г. Красноярска

Тип условий произрастания	Среднее арифметическое значение	Максимальное значение	Минимальное значение	Стандартное отклонение	Ошибка среднего	Дисперсия	Коэффициент вариации	Точность опыта	Достоверность среднего значения
	$M, \text{см}$	$M_{\max}, \text{см}$	$M_{\min}, \text{см}$	σ	$\pm m$	σ^2	$V, \%$	$P, \%$	$t_{0,5}$
Сирень венгерская 14,16									
I(II)	10,7	10,9	9,8	0,41	0,29	0,172	3,98	2,81	35,46
II	10,9	11,2	9,2	0,64	0,45	0,40	6,17	4,36	22,92
III	10,8	11,30	9,60	0,79	0,32	0,62	7,67	3,13	31,95
IV	16,1	18,20	15,80	0,86	0,75	0,35	5,19	2,12	47,15
Смородина двуиглая									
I(II)	9,5	11,10	9,40	0,63	0,26	0,40	6,44	2,63	38,01
III	9,25	9,60	8,20	0,55	0,23	0,31	5,93	2,42	41,28
IV	9,6	10,10	9,40	0,25	0,10	0,06	2,59	1,06	94,59
Карагана древовидная									
III	17,3	19,20	15,60	1,18	0,48	1,39	6,76	2,76	36,23
IV	24,2	25,60	23,80	1,62	0,25	0,39	2,55	1,04	96,18
Кизильник блестящий									
I(II)	7,2	9,10	5,60	1,33	0,54	1,77	18,17	7,42	13,48
III	7,48	8,10	6,40	0,62	0,25	0,38	8,34	3,40	29,37
IV	7,9	8,40	7,10	0,46	0,19	0,21	5,78	2,36	42,35
Жимолость татарская									
I(II)	17,0	18,40	16,40	0,72	0,29	0,52	4,10	1,67	59,78
III	16,75	17,90	14,20	1,49	0,61	2,23	9,12	3,72	26,86
IV	19,2	21,60	16,75	1,95	0,80	3,80	10,04	4,10	24,39
Примечания:									
- уровень изменчивости признака (Мамаев, 1972): при значении коэффициента вариации: до 7% - очень низкий; 8 ... 12% - низкий; 13 ... 20% - средний; 21 ... 30% - повышенный; 31 ... 40% - высокий; 40% и более - очень высокий.									
- точность опыта: при $P > 5\%$ - низкая точность опыта; при $P < 5\%$ - точность допустима; при $P < 2\%$ - точность опыта высокая.									
- достоверность среднего значения: если $t_{\text{фак}} > t_{\text{табл}}$ ($t_{0,5} = 2,04$), то уровень достоверности результатов – высокий.									

Приложение Е

Эколого-биологические свойства

Исследуемые виды кустарников обладают различными эколого-биологическими свойствами и произрастают на объектах городского озеленения в различных типах парковых насаждений, соответственно их средозащитный потенциал зависит от сочетания данных факторов. На основании анализа литературных источников рассмотрены эколого-биологические свойства кустарников такие как: отношение к экологическим факторам (освещенность, зимостойкость, влажность и плодородие почвы), скорость роста, их особенности, недостатки и преимущества при использовании в городском озеленении, которые представлены в таблице Е.1 [Колесников, 1984].

Среди исследуемых кустарников самыми высокими являются сирень венгерская, карагана древовидная и жимолость татарская, что позволяет использовать их для создания высоких живых изгородей и защитных экранов. Смородина двуиглая и кизильник блестящий достигают средней и низкой высоты соответственно, что делает их подходящими для создания и средних низких живых изгородей; и бордюров. Для быстрого создания высоких живых изгородей и защитных экранов наилучшим выбором будут жимолость татарская, карагана древовидная и сирень венгерская. Если же приоритетом является создание компактных и аккуратных бордюров, то кизильник блестящий окажется более подходящим вариантом. Смородина двуиглая займет промежуточное положение, имея умеренную скорость роста. Кустарником с самой густой кроной, является кизильник блестящий, что делает его лучшим выбором для создания плотных компактных живых изгородей. Сирень венгерская, жимолость татарская и карагана древовидная образуют высокоплотные кроны, что делает их идеальными для создания высоких и надежных защитных экранов. Смородина двуиглая имеет среднюю плотность кроны, что позволяет использовать её для живых изгородей, но она уступает в плотности кизильнику блестящему.

Таблица Е.1 - Эколого-биологические свойства кустарников

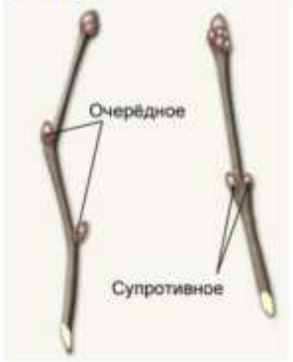
Эколого-биологические свойства кустарников	Вид растения				
	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуликая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Происхождение	Сибирь и Дальний Восток	Карпатские горы	Восточная Азия	Центральная Азия	Сибирь и Монголия
Требования к условиям	Теневыносливый, засухоустойчивый, морозостойкий	Солнечные участки, умеренное увлажнение, плодородная почва	Влажная почва, солнечная экспозиция	Солнце или полутень, плодородная почва	Солнце или полутень. Засухоустойчивая, малотребовательная к почве
Применение	Для создания низких живых изгородей и бордюров	для создания высоких живых изгородей и защитных экранов	для создания средних живых изгородей и декоративных элементов	для создания высоких живых изгородей и защитных экранов	для создания высоких живых изгородей и защитных экранов
Преимущества	Плотная крона, хорошая переносимость стрижки и формовки	Быстрый рост, красивая листва и цветы	Съедобные плоды, привлекательная листва	Быстрый рост, красивые цветы и плоды	Быстрый рост, декоративная листва и цветы
Недостатки	Медленный рост, склонность к поражению мучнистой росой	Требовательность к почве и влажности, необходимость регулярной обрезки	Чувствительна к засухе, нуждается в регулярном поливе	Склонность к избыточному разрастанию, инвазивный характер	Раннее сбрасывание листьев осенью, агрессия при размножении

Эколого-биологические свойства кустарников	Вид растения				
	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуликая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Форма кроны	Округлая, компактная, густая. Ветви растут плотно друг к другу, образуя плотную структуру.	Раскидистая, с вертикальными побегами. Крона довольно рыхлая, но при регулярной стрижке становится более плотной.	Широкая, раскидистая. Ветви растут неравномерно, крона часто асимметричная..	Овальная, средней плотности. Ветвление достаточно равномерное	Узкая, овально-пирамидальная. Ветви направлены вверх, формируя стройную крону.
Преимущества	Хорошо переносит стрижку, легко формируется в нужную форму. - Плотность кроны позволяет создать непроницаемую живую изгородь.	Быстро растет, что позволяет быстро сформировать живую изгородь. - Цветет обильно, придавая декоративный вид весной.	Быстрый рост позволяет быстро заполнить пространство. - Декоративен благодаря ярким ягодам летом и красочной осенней окраске листьев.	Легко поддается формированию благодаря гибким побегам. - Обильно цветет, привлекая внимание весной. - Хороший выбор для высоких живых изгородей.	Очень вынослива, хорошо переносит городские условия и засухи. - Быстро растет, подходит для создания высоких живых изгородей.
Недостатки	Медленный рост, поэтому требует больше времени для формирования плотной живой изгороди. - Может страдать от вредителей, особенно от паутинного клеща.	Рыхлость кроны без регулярной стрижки делает её менее подходящей для плотных изгородей. - После цветения теряет часть своей привлекательности.	Без регулярной обрезки становится слишком разветвленной и рыхлой. - Плохо переносит частое формирование кроны.	Склонна к поражению грибковыми заболеваниями, такими как мучнистая роса. - Плоды могут привлекать птиц, что иногда нежелательно.	Из-за узкой формы кроны требуется большее количество растений для создания плотной изгороди. - Побеги склонны к оголению снизу, что может потребовать дополнительной посадки низкорослых растений у основания.

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Максимальная высота, м	1,5 – 2,0	2,0 – 7,0	1,5 – 2,0	до 3,0	3,0 – 5,0
Особенности:	достигает небольшой высоты, что делает его идеальным для создания низких живых изгородей и бордюров, его компактная крона и медленный рост позволяют контролировать размеры растения	достигает значительной высоты, что делает её подходящей для создания высоких живых изгородей и защитных экранов, её быстрый рост и плотная крона обеспечивают надёжную защиту от ветра и шума	достигает средней высоты, схожей с кизильником блестящим, её плотная крона и умеренная скорость роста делают её удобной для создания живых изгородей и декоративных элементов	достигает значительной высоты, что позволяет использовать её для создания высоких живых изгородей и защитных экранов, её быстрый рост и густая крона делают её эффективной для снижения уровня шума и создания частных пространств	достигает большой высоты, что делает её подходящей для создания высоких живых изгородей и защитных экранов, её быстрый рост и плотная крона обеспечивают надёжную защиту от ветра и шума.
Классификация по высоте	средние	высокие	средние	высокие	высокие

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Скорость роста	позволит выявить различия в темпах их роста и определить наиболее подходящие виды для конкретных задач озеленения				
	Средняя	Быстрая	Умеренная	Быстрая	Быстрая
Особенности:	растет довольно медленно, прибавляя в среднем 15-20 см в год. Полное достижение зрелой высоты (около 1,5-2 м) занимает примерно 10-15 лет.	растет довольно быстро, прибавляя в год 40-60 см. Достижение полной высоты (до 6 м) возможно за 5-10 лет.	растет со средней скоростью, прибавляя около 25-35 см в год. Полное достижение зрелой высоты (около 1,5-2 м) занимает примерно 7-10 лет.	Жимолость татарская растет быстро, прибавляя в год 50-70 см. Достижение полной высоты (до 4 м) возможно за 5-8 лет	растет быстро, прибавляя в год 50-80 см. Достижение полной высоты (до 4-6 м) возможно за 5-10 лет
Преимущества	Компактная и плотная крона, что делает его идеальным для создания бордюров и низких живых изгородей. Хорошо переносит стрижку и формовку	Быстрое образование плотной кроны, что делает её идеальной для создания высоких живых изгородей и защитных экранов.	Образует плотную крону, что делает её пригодной для создания живых изгородей	Быстрое образование плотной кроны, что делает её подходящей для создания живых изгородей и защитных экранов	Быстрое образование плотной кроны, что делает её подходящей для создания живых изгородей и защитных экранов
Недостатки	Медленный рост означает, что для достижения желаемого эффекта потребуется больше времени	Требует большего пространства для роста и регулярного ухода, включая обрезку.	Более требовательна к влажности почвы, чем сирень венгерская	Может стать инвазивным видом	Может стать агрессивным сорняком

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двууглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Густота кроны	Очень высокая	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая
Особенности	образует одну из самых плотных крон среди рассматриваемых кустарников, его компактная и густая крона делает его идеальным для создания очень плотных живых изгородей, хорошо реагирует на стрижку и формировку	образует плотную крону, которая хорошо защищает от ветра и шума, её густая листва и ветви создают надежный экран, однако крона может быть менее плотной, чем у кизильника блестящего, особенно в верхней части растения	образует крону средней плотности, что делает её подходящей для создания живых изгородей и декоративных элементов, крона не столь плотная, как у кизильника блестящего, но достаточна для создания эффективного барьера	образует плотную и густую крону, что делает её отличной для создания высоких живых изгородей и защитных экранов, ее густая листва и ветви создают хороший защитный барьер, сравнимый с сиренью венгерской	образует плотную крону, особенно в нижней части растения, её густая листва и ветви создают надежную защиту от ветра и шума, хотя верхняя часть кроны может быть менее плотной, чем у кизильника блестящего
Густота ветвления	Очень высокая	Средняя.	Средняя.	Высокая.	Низкая.
	Ветви близко друг к другу, создавая плотную, компактную крону. Побеги многочисленные, тонкие, что обеспечивает хорошую плотность растения.	Ветви располагаются достаточно густо для создания плотной кроны. Побеги толстые, крепкие, с выраженными междоузлиями.	Ветви располагаются достаточно густо для создания полноценной кроны. Побеги прямые, сильные, с заметными междоузлиями.	Ветви располагаются довольно тесно, создавая плотную крону. Побеги гибкие, многочисленные, что способствует образованию густой массы зелени.	Ветви располагаются редко, создавая рыхлую крону. Побеги длинные, тонкие, с большими междоузлиями.

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Расположение почек	супротивное	супротивное	супротивное	очередное	очередное
Листья 	Листья мелкие, овально-яйцевидные, создают плотный покров, который практически полностью закрывает ветви, придавая кустарнику насыщенную зеленую массу.	Листья крупные, сердцевидной формы, создают менее плотный покров по сравнению с кизильником, оставляя некоторые участки ветвей открытыми.	Листья овальные, создают плотный покров, почти полностью закрывая ветви, что делает крону кустарника очень густой.	Листья трехлопастные, создают менее плотный покров по сравнению с кизильником и жимолостью, оставляя некоторые участки ветвей открытыми.	Листья сложные, парноперистые, состоят из нескольких мелких листочков. Они расположены вдоль побега, но из-за редкости ветвления и большого расстояния между листьями общая плотность кроны низкая.
<p>Наиболее густыми и плотными кустарниками для создания живых изгородей являются кизильник блестящий и жимолость татарская. Они обладают высокой густотой ветвления и плотно расположенными листьями, что создает сплошной зеленый экран. Сирень и смородина двуглая занимают промежуточное положение, обладая средней густотой ветвления и менее плотным расположением листьев. Карагана древовидная наименее подходит для создания плотных изгородей из-за своей рыхлой кроны и редкого расположения листьев.</p>					

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуглая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Способность к восстановлению после обрезки	высокая	хорошая	средняя	Хорошая	хорошая
Вегетативная активность	быстрая регенерация новых побегов и листвы позволяет поддерживать плотную и аккуратную форму кроны даже после значительной обрезки. Это делает кизильник блестящий идеальным выбором для создания живых изгородей, требующих регулярной стрижки.	способна восстанавливаться после обрезки, но процесс занимает больше времени по сравнению с кизильником. Из-за особенностей формирования цветочных почек на прошлогодних побегах, сильная обрезка может временно снизить декоративность растения. Однако, при умеренной и регулярной обрезке сирень способна поддерживать свою форму и восстанавливать утраченную зелень в течение сезона.	процесс регенерации побегов и листвы происходит медленнее по сравнению с другими видами кустарников. После сильной обрезки смородина может нуждаться в нескольких сезонах для полного восстановления своей кроны. Регулярная и умеренная обрезка помогает поддерживать форму и здоровье растения.	быстро отращивает новые побеги и листву, что позволяет ей сохранять плотную крону. Однако, из-за склонности к агрессивному росту, жимолость может требовать более частой обрезки для контроля её размеров и формы. При правильной обрезке жимолость способна полностью восстановить свою крону в течение одного сезона.	быстро отращивает новые побеги и листву, что позволяет ей сохранять плотную и аккуратную форму кроны. Карагана способна полностью восстановиться после сильной обрезки в течение одного-двух сезонов, не теряя своих декоративных качеств. Это делает её хорошим выбором для создания живых изгородей, требующих регулярной стрижки.

	Кизильник блестящий	Сирень венгерская	Смородина двуликая	Жимолость татарская	Карагана древовидная
Снижение уровня шума	Снижение уровня шума является одной из важных санитарно-гигиенических функций, которую выполняют кустарники в городских условиях				
Способность к снижению шума	Средняя	Высокая	Умеренная	Высокая	Высокая
Особенности	образует плотную, но сравнительно низкую крону, что делает его эффективным для снижения шума на уровне земли. Однако его высота ограничена, и он не сможет существенно снизить шум на высоте человеческого слуха.	Сирень венгерская быстро растет и достигает значительной высоты, что позволяет ей эффективно снижать уровень шума на высоте человеческого уха. Густая крона с большим количеством листьев и ветвей способствует хорошему поглощению и рассеиванию звуковых волн	образует плотную крону среднего размера, что делает её полезной для снижения шума на уровне человеческого слуха. Однако её средняя скорость роста и ограниченная высота снижают её эффективность по сравнению с сиренью венгерской.	быстро растет и достигает значительной высоты, что позволяет ей эффективно снижать уровень шума на высоте человеческого уха. Густая крона с большим количеством листьев и ветвей способствует хорошему поглощению и рассеиванию звуковых волн	быстро растет и достигает значительной высоты, что позволяет ей эффективно снижать уровень шума на высоте человеческого уха. Густая крона с большим количеством листьев и ветвей способствует хорошему поглощению и рассеиванию звуковых волн

Преимущества	Компактная и плотная крона, что делает его полезным для создания низких шумозащитных барьеров, например, вдоль пешеходных дорожек или вокруг детских площадок	Быстрое образование плотной и высокой кроны, что делает её идеальной для создания высоких шумозащитных экранов вдоль дорог и промышленных объектов	Плотная крона и умеренная высота делают её подходящей для создания шумозащитных барьеров в жилых районах и парках	Быстрое образование плотной и высокой кроны, что делает её идеальной для создания высоких шумозащитных экранов вдоль дорог и промышленных объектов	Быстрое образование плотной и высокой кроны, что делает её идеальной для создания высоких шумозащитных экранов вдоль дорог и промышленных объектов. Хорошо переносит засуху и бедные почвы
Недостатки	Ограниченная высота и низкая скорость роста отодвигают экологический эффект во времени	Требует большого пространства для роста и регулярного ухода, включая обрезку.	Более требовательна к влажности почвы, чем сирень венгерская, и требует больше времени для достижения полного эффекта	Может стать инвазивным видом в некоторых регионах, требующим контроля над распространением	Может стать агрессивным сорняком в некоторых регионах, требующим контроля над распространением
Сравнение	Высокая способность к снижению шума: Сирень венгерская, жимолость татарская, карагана древовидная. Умеренная способность к снижению шума: Смородина двуиглая. Средняя способность к снижению шума: Кизильник блестящий.				

Приложение Ж

Результаты экспериментальных исследований факторов дискомфорта

Таблица Ж.1 - Результаты экспериментальных исследований факторов дискомфорта в зависимости от параметров структуры и конструкции зеленых насаждений из кустарников

Шум			Пыль			Ветер		
Перед кустарником, дБ	За кустарником, дБ	% снижения фактора	Перед кустарником, мг/м ³ (PM _{2,5} ; PM ₁₀ ; общая пыль)	За кустарником, мг/м ³ (PM _{2,5} ; PM ₁₀ ; общая пыль)	% снижения фактора	Перед кустарником, м/с	За кустарником, м/с	% снижения фактора
Сирень венгерская								
Плотно стриженная живая изгородь								
72	63	13	0,21 0,61 0,82	0,13 0,37 0,50	38 26 39	1,2	0,74	38
Живая изгородь с оголившимися стволами								
65	62	5	0,013 0,45 0,59	0,010 0,33 0,44	22 26 25	1,8	1,3	28
Свободно растущая живая изгородь								
70	60	14	0,35 0,55 1,03	0,21 0,34 0,45	40 38 56	0,8	0,48	40
76	65	14	0,16 0,39 0,58	0,09 0,23 0,28	46 42 52	0,85	0,45	47
Двухрядная плотно стриженная живая изгородь								
65	53	14	0,15 0,39 0,4	0,09 0,23 0,16	39 42 60	0,75	0,26	65
Кизильник блестящий								
Плотно стриженная живая изгородь								
64	59	8	0,28 0,45 0,69	0,19 0,28 0,41	32 38 40	0,95	0,67	29
Живая изгородь с оголившимися стволами								
65	60	8	0,42 0,66 0,15	0,33 0,47 0,11	22 29 26	0,88	0,66	25

Свободно-растущий кустарник /- живая изгородь								
64	60	6	0,023; 0,029; 0,049	0,017; 0,026; 0,033	26; 10; 33	1,1	0,79	28
Карагана древовидная								
Плотно-стриженная живая изгородь								
76	73	4	0,16; 0,19; 0,22	0,13; 0,15; 0,16	18; 22; 26	1,21	0,86	29
Живая изгородь с оголившимися стволами								
82	78	5	0,14; 0,21; 0,22	0,13; 0,19; 0,20	18; 9; 10	1,1	0,83	25
Свободно-растущий кустарник /- живая изгородь								
70	67	4	0,30; 0,44; 0,44	0,26; 0,38; 0,38	12; 14; 14	1,05	0,76	28
Жимолость татарская								
Плотно-стриженная живая изгородь								
55	52	5	0,15; 0,17; 0,17	0,10; 0,12; 0,10	31; 29; 40	1,25	0,80	36
Живая изгородь с оголившимися стволами								
59	56	5	0,19; 0,27; 0,53	0,17; 0,24; 0,46	9; 11; 13	1,15	0,93	19
Свободно-растущий кустарник /- живая изгородь								
65	63	3	0,35; 0,55; 1,03	0,26; 0,41; 0,70	26; 25; 32	0,95	0,58	39
Смородина двуиглая								
Плотно-стриженная живая изгородь								
76	71	7	0,24; 0,25; 0,54	0,13; 0,13; 0,22	44; 48; 59	2,2	0,99	55
Свободно-растущий кустарник /- живая изгородь								
64	59	8	0,17; 0,26; 0,37	0,11; 0,15; 0,22	44; 42; 40	2,5	1,28	49

Таблица 3.5 - Статистические характеристики признаков декоративности смородины двуиглой на объектах озеленения г. Красноярск

Признаки декоративности	Архитектоника кроны	Длительность цветения	Обильность цветения	Окраска и величина цветков	Привлекательность внешнего плодов	Аромат цветов и плодов	Цветовая гамма осенней окраски листьев	Поврежденность растений	Зимостойкость вида	Продолжительность облиствления
Статистические показатели										
Среднее арифметическое значение, M	4,77	3,33	2,90	1,80	1,80	1,43	4,67	4,10	4,87	4,73
Максимальное значение, M_{\max}	5,00	5,00	4,00	3,00	3,00	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Минимальное значение, M_{\min}	3,00	3,00	2,00	1,00	1,00	1,00	3,00	3,00	4,00	4,00
Размах вариации, R	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	1,00
Стандартное отклонение, σ	0,50	0,61	0,66	0,66	0,61	0,50	0,55	0,66	0,35	0,45
Дисперсия, σ^2	0,25	0,37	0,44	0,44	0,37	0,25	0,30	0,44	0,12	0,20
Коэффициент вариации, V , %	10,57	18,19	22,82	36,91	33,90	35,16	11,71	16,14	7,10	9,50
Уровень изменчивости признака	низкий	средний	низкий	повыше нный	средний	сред- ний	низкий	низкий	повыш енный	средний
Точность опыта, P , %	1,93	3,32	4,17	6,74	6,19	6,42	2,14	2,95	1,30	1,73
Ошибка среднего значения, $\pm m$	0,09	0,11	0,12	0,12	0,11	0,09	0,10	0,12	0,06	0,08
Объем выборки, n	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Достоверность среднего значения при $t_{0,5} = 2,04 < t_{\text{фак}}$	51,80	30,10	24,00	14,84	16,16	15,58	46,76	33,93	77,10	57,64
Достоверность среднего значения при $t_{0,5} = 2,04 < t_{\text{фак}}$	высокий	высокий	высо- кий	высокий	высокий	высо- кий	высокий	выс- окий	высо- кий	высокий