

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, агромелиорация, озеленение,
лесная пирология и таксация

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Красноярск - 2025

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева», г. Красноярск

Научный руководитель: **Авдеева Елена Владимировна**,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Официальные оппоненты: **Сунгурова Наталья Рудольфовна**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор; ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», кафедра ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, профессор

Кузьмик Наталья Сергеевна
кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Сибирского отделения Российской академии наук» (ФИЦ КНЦ СО РАН), Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, лаборатория лесной таксации и лесопользования, старший научный сотрудник

Ведущая организация: **ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»**

Защита состоится 23.12.2025 г. в 13⁰⁰ на заседании диссертационного совета 24.2.403.02 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82

E-mail: kalenskaya1966@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университета науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» и на официальном сайте <http://sibsau.ru>

Автореферат разослан: 23.10.2025 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук, доцент



О.П. Каленская

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

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 города Красноярска приводит к отсутствию важного среднего яруса в системе городского озеленения, слабая изученность их роста и развития, защитных и эстетических функций не позволяет качественное внедрение кустарников на объекты озеленения города. При этом основным и наиболее эффективным методом создания городских насаждений является выращивание растений в питомниках. Данный подход обеспечивает надежность создаваемых культур, а в случае расположения питомника вблизи озелеяемого населенного пункта, растения являются 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, карагана 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 зеленых насаждений 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 насаждений 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, обработка фотографий выполнялась в программах «КОМПАС-3D V20».

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, соблюдение технологических приемов формирования конфигурации поперечного сечения живых изгородей) модифицирует средозащитный потенциал, декоративность, рост и развитие исследуемых видов кустарников на объектах городского озеленения.

Степень достоверности и апробация результатов работы обеспечивается эмпирическими исследованиями 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, проходившей в Красноярске с 2023 по 2025 год.

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, подготовленных 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 288 страницах, содержит 55 таблиц, 49 рисунков и 8 приложений. Список литературных источников - 250 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

Анализ литературных источников в области озеленения городов со сложными природно-климатическими и антропогенными условиями в работах Л.И. Аткиной, Н.И. Бабича, О.С. Залывской, А.Г. Большакова, Е.М. Руновой, Р.И. Лоскутова, Е.В. Авдеевой, Е.Н. Протопоповой, И.Ю. Коропачинского, Т.Н. Встовской, Е.В. Потаповой, Г.С. Вараксина, И.Н. Павлова, О.С. Артемьева, А.А. Россининой, Т.А. Андрушко, Е.В. Лисотовой, Т.Б. Сродных, С.А. Сергейчик, Н.А. Пихтовниковой, П.М. Малаховец, В.А. Тисовой, Н.С. Шиховой, Е.В. Поляковой и других авторов, позволил выявить основные факторы дискомфорта, а также обобщенную степень чувствительности различных видов кустарников к факторам урбанизированной среды. При этом, несмотря на обширный научно-практический материал, отсутствуют региональные данные по устойчивости, экологической эффективности, декоративности различных видов кустарников в условиях крупного промышленного центра Сибири.

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ 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. Исследования проводились с 2020 по 2024 год, в ходе исследований был изучен ассортимент на 22 объектах озеленения, подвергающиеся различным внешним факторам, обследовано около 6000 экземпляров кустарников. Объекты озеленения г. Красноярска представлены на рисунке 1.

Индекс формы объекта озеленения оценивается соотношением между площадью и периметром индексом формы участка, он характеризует уровень рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данной территории. Наиболее эффективной геометрической формой в объектах озеленения является круг, индекс его формы равен 1. При отличных очертаниях, данный индекс приобретает значения $I > 1$, причем, чем больше значение индекса, тем меньшей экологической устойчивостью обладают озелененные территории, что влечет за собой разработку комплекса мероприятий по оптимизации территории. Индексы, достигающие значений от 2 до 5, говорят о вытянутой или изрезанной конфигурации, сложных границах территории и о значительной незащищенности внутренних пространств данных озелененных территорий. При значении индекса формы: от 1 до 1,20 – способствует повышению рекреационной комфортности посетителей и экологической устойчивости насаждений на данном объекте.



— 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 двуликая, ● - Карагана древовидная

Рисунок 1 – Расположение объектов озеленения и питомника МП «УЗС» на территории г. Красноярска, наличие исследуемых видов кустарников

Оценка условий произрастания зеленых насаждений в урбанизированной среде проведена по методике, позволяющей дифференцировать фитосреду по совокупному уровню воздействия ландшафтных, техногенных, градостроительных и рекреационных нагрузок, отрицательно влияющих на рост древесных растений. Выделено четыре типа условий произрастания растений: удовлетворительный, напряженный, конфликтный, критический; в питомнике (в пригородной зоне г. Красноярска) условия произрастания классифицированы как «контроль» (Авдеева, Кухар 2008, 2023).

Устойчивость видов оценивалась по показателям: жизненного состояния, диагностика которого проводилась в соответствии с методами, используемыми при оценке степени деградации древостоев, подверженных промышленному воздействию (Алексеев, 1990, 1992; Мозолевская, 2001, 2007; Санитарные правила, 1998); влагоудерживающей способности методом «завядания» по методике Арланда (Жолкевич, 1989), основанной на определении скорости потери влаги в течение определенного периода времени.

Мониторинг состояния урбосреды на городских объектах озеленения выполнялся с использованием следующего оборудования: анализатор пыли «DustTrak 8533»; термоанемометр DT-619; шумомер DT-815. Оценка декоративности древесных

растений проведена по методике, разработанной в САФУ им. М.В. Ломоносова, авторы Н.А. Бабич, О.С. Залывская (2008; 2014).

3 ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

Растительный покров на территории района исследования сформировался под воздействием структурных и климатических особенностей местности и представлен тремя зонально-поясными экосистемами: таежных лесов, подтаежных лесов и лесостепной. Техногенная нагрузка на объектах озеленения г. Красноярска оценивалась как интегральный показатель, на основе анализа экологических факторов, влияющих на изменения фитосреды. На основании результатов обследования объектов озеленения установлено, что: в «напряженных» условиях произрастают насаждения на 2-х, в «конфликтных» – на 16, в «критических» – на 5 объектах озеленения. Объекты озеленения с «удовлетворительными» условиями произрастания древесных растений расположены рядом с менее нагруженными улицам или окружены многоэтажной застройкой, а также в пригородной зоне города (питомник). «Критическими» условиями произрастания характеризуются озелененные пространства улиц, проспектов, данные территории относятся к примагистральным пространствам в районах образования транспортных «пробок», перекрестках и главных автомагистралей. Группировка объектов по типам условий произрастания положена в основу дальнейших исследований.

4. ИНВЕНТАРИЗАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ГОРОДСКИХ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Для всех исследуемых объектов озеленения выполнены экологические паспорта, основными характеристиками являются: ситуационный и опорный планы, баланс территории (периметр, площадь объекта и его функциональных зон), индекс пространственной формы объекта, тип условий произрастания растений, видовой состав (деревья, кустарники, травяной покров), индекс жизненного состояния каждого древесного растения и средняя оценка состояния насаждений. Установлено, что ассортимент исследуемых объектов озеленения представлен 24 видами, питомника – 29 видами кустарников. Анализ типов парковых насаждений показал, что на исследуемых объектах встречается пять типов парковых насаждений (рис.2А). Сравнительный анализ технологий выращивания кустарников в питомнике и городской среде показал, 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.

Повсеместное распространение в городских насаждениях, но с разным участием, имеют 10 видов, в двух и одном типах насаждений встречаются по 7 видов растений,

что составляет 1/3 часть установленного озеленительного ассортимента. Абсолютная встречаемость варьируется от 4,2 % до 16,7 % у 14 видов (58 % состава). При этом более 25 % объектов имеют только по 10 видов (42 % исследуемого состава). Редко встречающиеся виды преобладают в озеленении парков, минимально используются в озеленении улиц. Наибольшее участие в озеленении приходится на сирень венгерскую, в равных долях ее использование отмечено в скверах и на улицах, меньше в парках. По отношению к экологическим условиям (к водному режиму) выделено 6 экологических групп растений (рис.2Б).

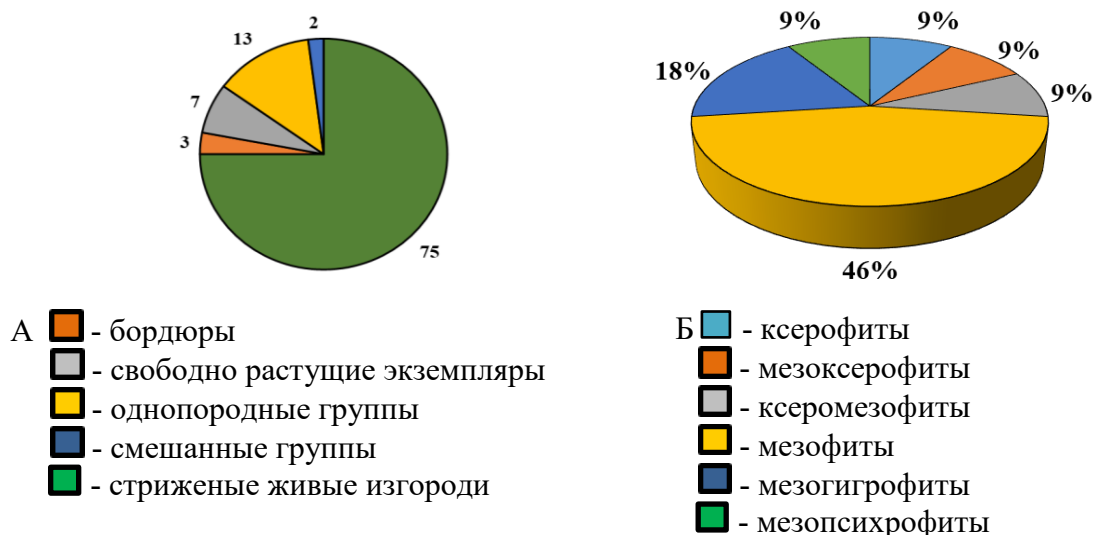


Рисунок 2 – А – Баланс типов парковых насаждений; Б - спектр экологических групп кустарников на исследуемых объектах озеленения г. Красноярск

Проанализирован баланс основного и дополнительного ассортимента кустарников. Установлено, что на 19 из 24 объектах озеленения кустарниковый ярус недостаточен для удовлетворения защитных и эстетических потребностей. Недостаток кустарников на объектах озеленения ведет к ухудшению экологической ситуации и снижению комфортности проживания населения в урбанизированной среде. В результате проведенных исследований кустарников на объектах озеленения г. Красноярск и их наличия в питомнике МП «УЗС» было выделено пять видов для дальнейшего исследования: сирень венгерская, жимолость татарская, карагана древовидная, кизильник блестящий и смородина двуликая.

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 антропогенным нагрузкам.

Оценка устойчивости кустарников по показателю жизненного состояния. Индекс жизненного состояния (ИЖС) растений является одним из показателей

устойчивости развития особи при изменении состояния среды их обитания. В результате проведенных исследований установлено, что жизненное состояние кустарников оценивается от «здоровых» до «отмирающих», ИЖС варьирует от 99 до 55, закономерно снижаясь в критических условиях произрастания, при этом реакции исследуемых растений различны, по степени устойчивости по показателю ИЖС 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 – 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 – с максимальными антропогенными нагрузками - сирень венгерская (68,50), смородина двуиглая (68,28) → карагана древовидная (64,39) → кизильник блестящий (61,89) → жимолость татарская (55,89).

С целью оценки достоверности влияния типа объекта озеленения на жизненное состояние кустарников проведен дисперсионный анализ, который показал, что: достоверных различий между ИЖС у кустарников в скверах и парках не установлено; между ИЖС у растений, произрастающих в скверах и на улицах (проспектах) – достоверные различия установлены 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.

На основании полученных данных между показателями жизненного состояния растений и пространственной формой объекта озеленения (для *конфликтных* условий) установлены отрицательные корреляционные связи от значительной - для сирени венгерской (-0,65) и смородины двуиглая (-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, ИЖС является чувствительным маркером, отражающим уровень воздействия окружающей среды на состояние кустарников, при этом индекс пространственной формы объекта, рассчитанный на стадии проектирования, в совокупности с показателями состояния фитосреды, позволят прогнозировать изменение жизненного состояния растений и, соответственно, уровень рекреационной комфортности для посетителей.

Оценка устойчивости кустарников по показателю влагоудерживающей способности годовичных побегов. В качестве одного из важных показателей водного режима растений, характеризующих их устойчивость к неблагоприятным условиям

среды, является влагоудерживающая способность - стойкость клеток к обезвоживанию, что обеспечивает устойчивость и адаптацию растения 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 пригородной зоне г. Красноярска) и на объектах озеленения с различным уровнем техногенной нагрузки.

Результаты исследования показали, что по влагоудерживающей способности виды, произрастающие в питомнике, достоверно разделились на две группы: первая - со снижением показателя до 14%, вторая - более 15%; максимальное снижение наблюдается у чубушника венечного и составляет 18,8%; минимальное - у розы сизой – 6,9 %; кизильник блестящий (7,2 %), сирень венгерская (10,7 %) и смородина двуиглая (9,5 %) вошли в первую группу; жимолость татарская – во вторую – 17 %. Для пяти видов кустарников, произрастающих на объектах озеленения с различным уровнем техногенной нагрузки, изучено влияния факторов городской среды на их влагоудерживающую способность. На рисунке 3 представлены графики, отражающие снижение веса побегов относительно значений на момент их срезки на городских объектах озеленения, в таблице 1 статистические показатели (на примере сирени венгерской).

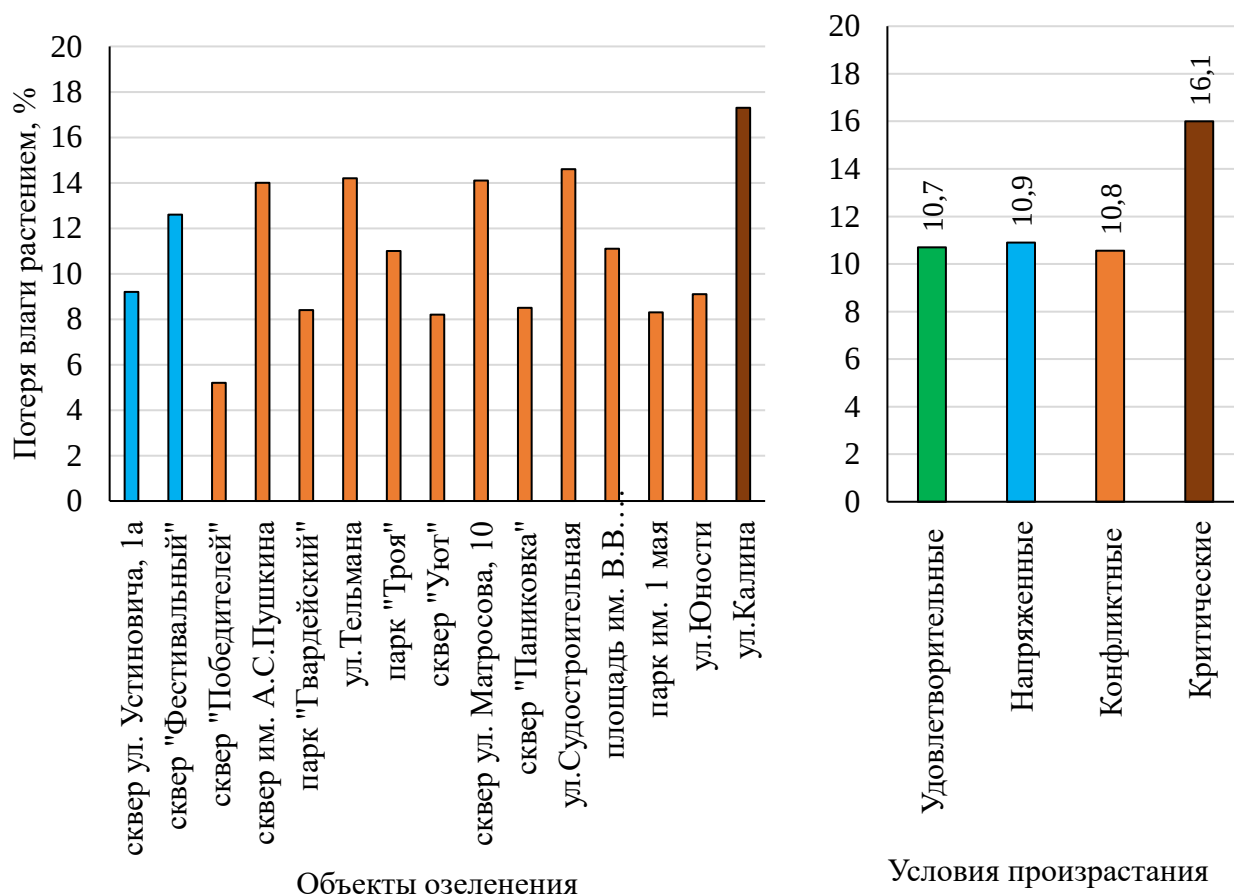


Рисунок 3 – Влагоудерживающая способность кустарников (на примере сирени венгерской)

Таблица 1 - Статистические показатели влагоудерживающей способности кустарников по типам условий произрастания на объектах озеленения г. Красноярска

Тип условий	Среднее арифметическое	Максимальное значение	Минимальное значение	Стандартное	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	$V, \%$	$P, \%$	$t_{0,5}$
I(П)	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

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

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 питомника распределены в следующем порядке: кизильник блестящий → смородина двуликая → 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%); в напряженных и конфликтных уровнях изменчивость признаки не превышает 4%, при этом в критических условиях потери влаги значительно увеличиваются.

Наименьший уровень изменчивости признака прослеживается у смородины двуликой при всех уровнях антропогенной нагрузки, варьирование признака 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 плотной структурой.

6 СРЕДОЗАЩИТНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КУСТАРНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

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

Исследуемые виды кустарников обладают различными требованиями к условиям среды: 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 свои сильные стороны и ограничения, соответственно, их учет позволит добиться успеха в озеленении.

Для проведения исследований средозащитного потенциала кустарников выбраны следующие типы парковых насаждений (и их разновидности): плотная стриженная живая изгородь (рис. 4, а); плотная стриженная живая изгородь из двух раздельно растущих рядов (массив); живая изгородь с оголившимися стволами (рис. 4, б); свободно растущая изгородь/экземпляр (рис. 4, в).

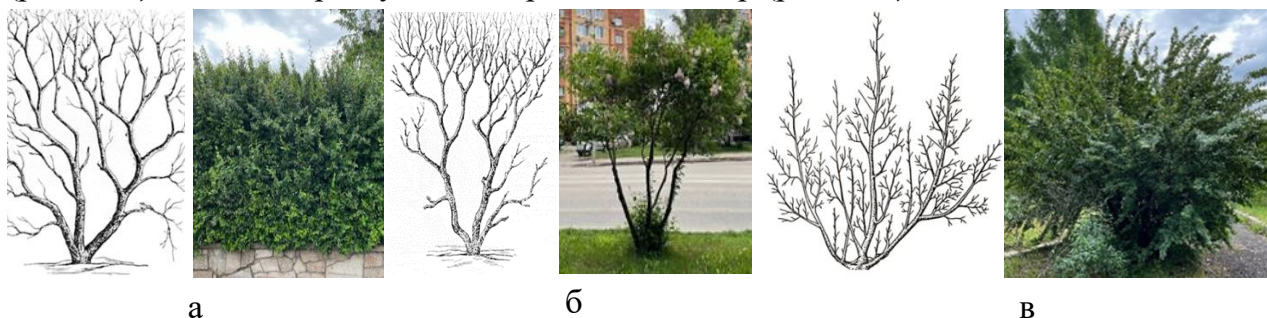


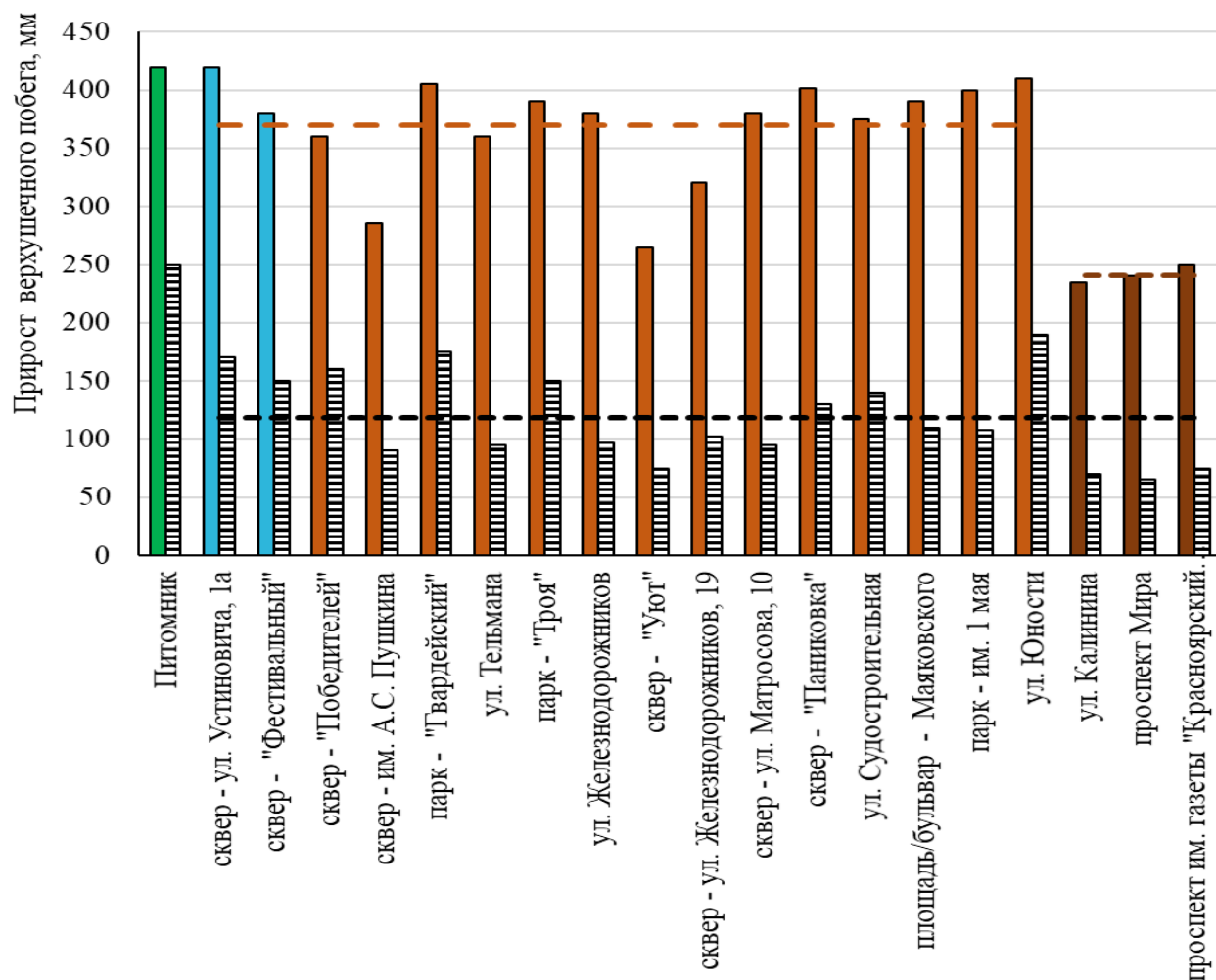
Рисунок 4 – Типы парковых насаждений кустарников на городских объектах озеленения

Результаты анализа исследуемых типов парковых насаждений из кустарников показали, что густота кроны является признаком, наиболее влияющим на снижение негативных факторов урбосреды, и 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 - 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.

Постформовочная вегетативная активность. 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. 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. Анализ вегетативной активности кустарников, произрастающих в виде живых изгородей, изучался на объектах озеленения с различными антропогенными условиями на побегах в каждом периоде перед началом формовочной обрезки.

На графике (рисунок 5) представлены средние значения прироста верхушечного побега для живой изгороди (на примере сирени венгерской) 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.



Прирост верхушечного побега за первый весенний период:

Тип условий произрастания: — удовлетворительный (питомник)
 — напряженный — конфликтный — критический
 — Прирост верхушечного побега за второй летний период

Рисунок 5 – Прирост верхушечного побега сирени венгерской на объектах озеленения г. Красноярск

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

формировочную обрезку: сирень венгерская:

1) по величине прироста верхушечного побега:

- 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;

- 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.

Средозащитный потенциал кустарников. 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/м³) 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 запылённость 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 – 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.

Следующим по уровню воздействия на человека является *шум* в основном от

большого количества автомобилей; максимальное значение уровня шума отмечено на ул. Калинина и на пр. Мира - 95,6 и 89,6 дБ, что на 40,6 и 35,6 дБ превышает нормативное значение (55 дБ). Минимальный уровень снижения шума прослеживается в однорядных посадках деревьев вдоль улиц с высотой штамба от 3,5 до 5 м – на ул. Калинина на 4,6 % и на 5,7 % на пр. Мира; уровень шума превышает нормативные значения в 1,5 раза, шумовая волна распространяется на уровне органов слуха, данный тип озеленения не играет важной роли в снижении данного фактора дискомфорта. Зеленая полоса скверов снижает данный показатель от 17 до 33 %, парков – до 47%, уровень шума в центральных частях парков достигает нормативных значений. Снижение шума однопородными кустарниковыми насаждениями составляет от 3 % до 18 %; карагана древовидная и жимолость татарская являются видами с наименьшей шумоснижающей способностью независимо от структуры насаждения; сирень венгерская, кизильник блестящий и смородина двуликая обладают высокими равнозначными шумоснижающими свойствами; живая изгородь с оголившимися стволами, независимо от вида кустарника, является пространственной структурой, наименее подходящей для снижения шумовой нагрузки.

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. Максимальное снижение данного параметра составило 65 %, минимальное – 19 %. Наименьшей способностью к снижению скорости ветра обладают жимолость татарская и карагана древовидная. Снижение скорости ветра насаждениями составило: живая изгородь с оголившимися стволами - 19 %, у остальных видов при аналогичной пространственной структуре – от 25 до 29%. Наибольшее снижение в пространственных структурах отмечено у кизильника блестящего – 58 (плотно стриженная) и 59 % (свободно растущая).

Оценка декоративности исследуемых видов кустарников на городских объектах озеленения. Декоративность кустарников оценивалась в балльной системе (максимальное значение - 47): суммарный балл всех исследуемых видов кустарников находится в пределах 31 – 47 баллов, что подтверждает их высокую декоративность. Построен 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 двуликая - 34,40; при этом 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 цветowych акцентов в весеннее время; кизильник блестящий и смородина двуликая – 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

На основании сравнительного анализ построен биоиндикационный ряд исследуемых видов кустарников по степени чувствительности к техногенным нагрузкам урбосреды. По степени устойчивости по влагоудерживающей способности виды 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 55, 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.

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: пыль - 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 3-х до 1,25 ПДК и практически приблизилось к нормативным значениям; шум - максимальное снижение 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; скорость ветра - максимальное снижение данного параметра составило 65 %, минимальное – 19 %; наименьшей способностью к снижению скорости ветра обладают жимолость татарская и карагана древовидная.

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 трапециевидной 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 (эффект опушки).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Безруких В.А., Авдеева Е.В., Лигаева Н.А., Кузнецова О.А., **Иванов Д.В.** Возможности природопользования бореальной зоны Приенисейской Сибири. // Хвойные бореальной зоны. 2023. Т. 41. № 3. С. 206-213.
2. Авдеева Е.В., **Иванов Д.В.**, Шпагин Д.Е. Инвентаризационная оценка насаждений объектов озеленения и городского питомника (на примере г. Красноярск). // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. 42. № 2. С. 53-62.
3. Авдеева Е. В., **Иванов Д. В.** Влияние техногенных воздействий на жизненное состояние кустарников в условиях урбанизированной среды (на примере города Красноярск) // Хвойные бореальной зоны. 2024. Т. 27. № 6. С. 79-84.
4. Авдеева Е. В., **Иванов Д. В.** Оценка декоративности // Хвойные бореальной зоны. 2025. Т. 27. № 6. С. 79-84.

В других изданиях:

5. Лиханов М.Д., Авдеева Е.В., **Иванов Д.В.** Технология создания и ухода за живой изгородью. В сборнике: Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2021. С. 202-205.
6. Равковский А.В., Материкина Е.О., Авдеева Е.В., **Иванов Д.В.** Применение цифровых технологий в процессе выращивания растений в парке «Молодежный», г. Красноярск // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2021. С. 218-221.
7. Трас Э.В., **Иванов Д.В.**, Авдеева Е.В. Актуальность создания питомника. отделение кустарниковых пород для озеленения населенных мест Красноярского Края. В сборнике: Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2022. С. 224-228.
8. И. В. Кухар, Е. В. Авдеева, **Д. В. Иванов**, К. В. Черникова Дендроиндикация древесных растений в урбанизированной среде // Проблемы озеленения крупных городов: сб. XXII науч.-практ. форума. – Москва : ИНТЕРТРЕЙД, 2023. – С. 109-112.

9. **Иванов Д.В.**, Авдеева Е.В. Встречаемость видов кустарников на городских объектах озеленения и в питомнике МП "УЗС" г. Красноярск. В сборнике: Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2024. С. 12-15.

10. Кухар И.В., Авдеева Е.В., **Иванов Д.В.**, Черникова К.В. Дендроиндикация древесных растений в урбанизированной среде // Проблемы озеленения крупных городов. Сборник статей Научно-практического форума. Москва, 2023. С. 109-112.

11. Авдеева Е.В., **Иванов Д.В.**, Егорова С.С. **Рослякова В.К.**, **Королева Е.С.** Анализ природных ресурсов пригородной зоны г. Красноярск с целью создания питомника декоративных растений для озеленения города // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2025. С. 12-15.

12. Е.В. Авдеева, **Д.В. Иванов**, Сививолова Е.А., Шевченко К.А., Кострыкина Н.В., Рябинина А.Д. Разработка рекомендаций по формированию средозащитных насаждений // Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Красноярск, 2025. С. 12-15.

13. Kuhar I.V., Avdeeva E.V., **Ivanov D.V.** Assessment of the environmental state by biondication methods. В сборнике: Технологии и оборудование садово-паркового и ландшафтного строительства. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Красноярск, 2021. С. 267-270.

Отзывы на автореферат в 2 экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета 24.2.403.02

В отзыве просим указать почтовый адрес организации, телефон и электронную почту лица, предоставившего отзыв.

E-mail: kalenskaya1966@mail.ru

Подписано в печать 21.10.2025

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 1,0. Заказ № 3445 Тираж 10 экз.

Отпечатано

В редакционно-издательском центре СибГУ им. М.Ф. Решетнева

660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82

Тел. (391) 222-73-28