

На правах рукописи



НИКОЛАЕВА Ольга Александровна

**БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИБПК СО РАН КАК ЭЛЕМЕНТ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРКАСА ГОРОДСКОГО ОКРУГА
«ГОРОД ЯКУТСК»**

Специальность 1.5.15. Экология
(биологические науки)

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Якутск – 2021

Работа выполнена в Институте биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленном подразделении Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук».

Научный руководитель:

Данилова Надежда Софроновна, доктор биологических наук, профессор.

Официальные оппоненты:

Ткаченко Кирилл Гаврилович, доктор биологических наук, ФБГУН Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН.

Швецов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, ФБГУН Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук.

Защита состоится «15» марта 2022 г. в 16:00 час. на заседании диссертационного совета 24.2.396.01. при ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова» по адресу: 677000 г. Якутск, ул. Белинского, 58; e-mail: dsomet_nefu@mail.ru

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке и на сайте ФГАОУ ВО «Северо-Восточной федеральный университет им. М.К. Аммосова»: www.s-vfu.ru

Автореферат разослан «__» _____ 2022 г.

Ученый секретарь диссертационного совета, кандидат биологических наук



М.В. Щелчкова

Список используемых сокращений

| | |
|---|--|
| БС – ботанический сад | ЭКГТ – экологический каркас |
| ИБПК СО РАН – Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской Академии наук | городской территории |
| ФА – флуктуирующая асимметрия | ЭКТ – экологический каркас территории |
| ЭК – экологический каркас | ГО – городской округ |
| ПКиО – парк культуры и отдыха | ООПТ – особо охраняемые природные территории |
| | ЦП – ценопопуляция |

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В последние годы резкое увеличение численности и плотности населения г. Якутска привело к усилению антропогенной нагрузки на природные территории окрестностей города, что весьма ощутимо отражается на экологическом состоянии окружающей среды. Известно, что устойчивое равновесие природных процессов может быть обеспечено только многообразием окружающего мира, в том числе, и разнообразием растительного. И в этом отношении, значительную роль как стабилизатора городской среды может играть Ботанический сад ИБПК СО РАН, обладающий богатыми эколого-ботаническими ресурсами. Это – обширная лесная территория площадью более 500 га, богатые коллекции местных и инорайонных растений, штат высококвалифицированных сотрудников, решающих проблемы, связанные с сохранением биоразнообразия, обогащением культурной флоры, зеленым строительством города и экологическим просвещением населения. В основу данной работы положено представление о роли Ботанического сада ИБПК СО РАН как одного из основных элементов экологического каркаса ГО «г. Якутск».

Цель и задачи исследования. Цель работы – изучить эколого-ботанические ресурсы ботанического сада ИБПК СО РАН и определить их место в экологическом каркасе ГО «г. Якутск».

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

1. На основе эколого-функционального зонирования разработать картографическую модель экологического каркаса ГО «г. Якутск»;
2. Оценить экологическое состояние природной территории ботанического сада;
3. Изучить и проанализировать современное состояние флоры природной территории и коллекционных фондов ботанического сада; выявить влияние ботанического сада на другие элементы ЭКГТ;
4. Изучить и оценить современное состояние редких и исчезающих видов растений на природной территории сада;
5. Провести на основе интродуцентов реставрацию нарушенных ценопопуляций 2 редких видов на природной территории БС и их мониторинг.

Научная новизна. Впервые разработана картографическая модель экологического каркаса городского округа «г. Якутск» и определено место Ботанического сада как одного из главных его элементов. Составлен полный список видов древесных и травянистых растений, мхов, лишайников и грибов природной территории ботанического сада. Изучена таксономическая, экологическая, биоморфологическая и эколого-географическая структуры природной и культивируемой флоры ботанического сада. Определен список редких видов растений, произрастающих на природной территории сада, изучено состояние их ценопопуляций. Восстановлена нарушенная ценопопуляция находящегося под угрозой исчезновения *Gagea pauciflora*.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Предложенная нами картографическая модель экологического каркаса ГО «г. Якутск», разработанная на основе эколого-функционального зонирования города, включает его ключевые элементы (ядра, элементы I, II и III порядков), а также перспективные зоны потенциальной ренатуризации, которые в будущем могут быть введены в экологический каркас городского округа.

2. Ботанический сад – наиболее крупное ядро экологического каркаса ГО «г. Якутск». Средоформирующая и биостабилизирующая функции Ботанического сада обусловлены богатыми эколого-ботаническими ресурсами его природной территории и коллекционного фонда, экологической стабильностью территории и нематериальными ресурсами Сада.

Практическая значимость исследований. Полученные сведения могут быть использованы для проведения мониторинга и при разработке природоохранных мероприятий в окрестностях населенных пунктов в долине Средней Лены; материала диссертации могут быть использованы при организации экологических и познавательных маршрутов, а также в учебном процессе ВУЗов и ССУЗов РС (Я).

Степень достоверности и апробации работы. Достоверность результатов исследования подтверждается большим количеством геоботанических описаний, гербарных сборов древесных, травянистых растений, мхов, грибов и лишайников. Собранные материалы отражены наглядно с помощью рисунков и таблиц. Обработка полученных результатов выполнялась с использованием программ статистических обработок. Основные положения работы были представлены на 8 конференциях разного уровня, в т.ч.: IX Междунар. симпозиуме «Баланс углерода, воды и энергии и климат бореальных и арктических регионов с особым акцентом на Восточную Евразию», Якутск, 2016 г; Всероссийской научно-практической конф. «Растения в холодном регионе», Якутск, 2016 г.; Межрегион. конф. с международным участием «ООПТ: современное состояние и перспективы развития», Якутск, 2017 г.; Всероссийской конф. с междунар. участием, посвященной 20-летию БС СВФУ «Роль ботанических садов в сохранении и обогащении природной и культурной флоры», Якутск, 2021 г. и др.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из 306 страниц, включает введение, 5 глав, выводы, список сокращений, список литературы, 17 приложений. Список литературы включает 368 источников, из которых 52 иностранных.

Публикации: Результаты диссертационной работы отражены в 27 печатных работах, из которых 9 – в ведущих рецензируемых научных журналах из Перечня ВАК и 2 – в журналах, входящих в МБ Scopus.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС КАК ПРИРОДООХРАННАЯ СИСТЕМА

Представлен литературный обзор изучения экологического каркаса как природоохранной системы и экологическая роль Ботанических садов как одного из главных элементов экологического каркаса территории.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом нашего исследования стал Ботанический сад ИБПК СО РАН как один из главных элементов экологического каркаса. Исследования проводились в период с 2014 г. по 2020 г.

В основе проектирования карт (экологический каркас ГО «Якутск», карта растительности природной территории БС, экологическая тропа «Чучур-Муран») лежат ландшафтный и территориальный подходы с использованием ГИС-технологий, а также моделирование и картографические методы. Карта экологического каркаса ГО «г. Якутск» была сделана в программе MapInfo Professional.

Для составления списка видов природной и культивируемой флоры, а также мхов и микобиоты было собрано 1200 листов гербария, 120 образцов мхов, 116 образцов лишайников, сделано более 70 ГБ иллюстрированного материала, выполнено 280 геоботанических описаний в соответствии общепринятыми геоботаническими методами (Сукачев, Зонн, 1961; Полевая..., 1964), собрано 600 листовых пластинок *Betula pendula*. В данной работе представлен список природной и культивируемой флоры, список мхов, грибов и лишайников.

Для биоиндикационной оценки экологического состояния территории БС был использован метод флуктуирующей асимметрии листьев *Betula pendula* (Захаров и др., 2006; Методические рекомендации..., 2003). Листья промерялись в программе Bio после сканирования с помощью программы HP Precision Scan на сканере Samsung Xpress M2070 сразу после сбора. При оценке качества среды использовали пятибалльную шкалу В.М. Захарова и др. (2006).

Сбор грибов, мхов и лишайников проводился на всей территории Ботанического сада, со всех типов субстрата. При описании порядков, семейств и родов грибов использована система, принятая в североевропейских странах

(Nordic..., 1992, 1997; Гимельбрант, 2014), деление на царства приведено по Маргелису (1983), на отделы, классы, подклассы – по Мюллеру и Лёффлеру (1995). Названия видов мхов даны согласно «Check list of mosses of East Europe and North Asia» (2006) с дополнениями. При сборе и определении лишайников использована стандартная методика (Степанчинкова, 2014). Идентификация видов грибов, мхов и лишайников проводилась в лаборатории флористики, геоботаники и мерзлотного лесоведения ИБПК СО РАН (SASY).

В определении растений руководствовались следующими изданиями: «Определитель высших растений Якутии» (1974) и «Флора Сибири» (1987-2003) «Сосудистые растения Российского Дальнего Востока» (2006). Проведены таксономический, географический и эколого-биоморфологический анализы флоры (Флора..., 1988-1997; Сосудистые..., 1985-1996; Конспект..., 2005; Конспект..., 2012; Безделев, Безделева, 2006; Секретарева, 2004; Флора..., 2010). Номенклатура высших сосудистых растений дана по С.К. Черепанову (1995) с учетом последних публикаций (Конспект флоры Якутии..., 2012; Конспект Азиатской..., 2012).

При проведении ценопопуляционных исследований редких видов на природной территории ботанического сада использованы методики, приведенные в работах А.Р. Ишбирдина, М.М. Ишмуратовой (2004), в монографиях «Ценопопуляции растений: Основные понятия и структура» (1976), «Программа и методика наблюдений за ценопопуляциями видов растений Красной книги СССР» (1986) и «Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии)» (1988). Оценка виталитета особей некоторых редких видов рассчитывалась по Н.А. Ростовской (2002). Для оценки жизнеспособности ценопопуляций использовали работы А.Р. Ишбирдиным, М.М. Ишмуратовой (2004).

При реинтродукционной работе использовали «Методические рекомендации по реинтродукции редких и исчезающих видов растений (для ботанических садов)».

При формировании экологической тропы «Чучур-Муран» использовался маршрутный метод. Маршрут тропы выбирался по основным посещаемым туристами местам, для того чтобы уменьшить антропогенную нагрузку на основную природную территорию БС. Всего было выделено 13 ключевых участков (станций).

Статистическая обработка результатов проводилась в программе MICROSOFT EXCEL и STATISTICA.

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС ГО «Г. ЯКУТСК»

3.1. Эколого-функциональное зонирование и экологический каркас территории ГО «г. Якутска»

Экологическое планирование городской территории является важнейшим элементом ее организации, определяющим стратегию развития городской среды. Главная цель экологического планирования городских территорий –

выбор и обоснование такого варианта устройства территории, который обеспечивал бы сохранение экологического равновесия при освоении природно-ресурсного потенциала и гарантировал бы комфортные условия жизнедеятельности человека (Нарбут и др., 2016).

Структура экологического каркаса городских территорий включает в себя ядра, элементы I, II, III порядка (Нарбут, 2005; Нарбут, Мирзеханова, 2013). При разработке модели экологического каркаса г. Якутска и прилегающих территорий, нами была выполнена работа по эколого-функциональному зонированию городского округа. По эколого-функциональной значимости открытые пространства города поделены на 4 группы: средоформирующая, средостабилизирующая, средодестабилизирующая, антропогенно-техногенная (табл.1).

Таблица 1 – Эколого-функциональное зонирование ГО «г. Якутск»

| Зона | Элемент зоны | Основные функции |
|--|---|---|
| <i>Средоформирующая</i> | <i>ООПТ федерального значения:</i> БС ИБПК СО РАН, БС СВФУ; <i>ООПТ республиканского значения:</i> РР «Кэнкэмэ», <i>ООПТ местного значения:</i> памятник природы озеро Усун-Кюель, зона покоя Солосчу Городской парк культуры и отдыха им. Гагарина | сохранение генофонда биоразнообразия, формирование микроклимата, сохранение экосистем, имеющих природно-антропогенную ценность, а также среды обитания растений, наземной и почвенной фауны |
| <i>Средостабилизирующая</i> | Водораздельные леса, долинные леса, водоохранные зона вдоль рр. Лена и Кэнкэмэ, малых рек, озер, скверы, бульвары, защитные зоны промпредприятий, а также вдоль автодорог, водораздельные и долинные леса, кладбища | эрозионно-стабилизирующая, обеспечение качества воды и нормального гидрологического режима, стабилизация соотношения кислорода и углекислоты в воздухе, регуляция ветрового режима |
| <i>Средодестабилизирующая (уязвимая)</i> | Свалки, заброшенные пашни, карьеры | разрушение природных и природно-антропогенных комплексов в результате эрозионных процессов, пылеобразование |
| <i>Антропогенно-техногенная</i> | Селитебные, промышленные, сельскохозяйств., линейные и узловы системы инфраструктур | обеспечение жизнедеятельности горожан |

Согласно эколого-функциональному зонированию г. Якутска нами была разработана картографическая модель ЭКГТ (табл.2; рис.1), включающая в себя: ядра, элементы I, II, III порядка. Ядра являются главными элементами ЭК, представленные ООПТ федерального, республиканского и местного значения.

Элементы I порядка представлены ландшафтно-рекреационными территориями (водораздельные и долинные леса, острова), II порядка (коридоры) – участки, отличающиеся преимущественно протяженной линейной формой. Естественными экологическими коридорами г. Якутска служат долина р. Лена с ее притоками, протоками и крупными озерами, III порядка – это зеленые зоны селитебной территории (внутридворовые озелененные комплексы, санитарно-защитные зоны промпредприятий, скверы, зеленые коридоры вдоль авто- и пешеходных дорог, зеленые насаждения внутри дворов, школ, детских учреждений, больниц и т.д.).

Таблица 2 – Структура экологического каркаса ГО «г. Якутск»

| Элементы ЭКГТ | Основные функции |
|--|--|
| <p>Ядра ЭКГТ: <i>ООПТ федерального значения:</i> БС ИБПК СО РАН. БС СВФУ <i>ООПТ республиканского значения:</i> РР «Кэнкэмэ» <i>ООПТ местного значения:</i> Памятник природы озеро Усун-Кюель, зона покоя «Солосчу», Городской парк культуры и отдыха им. Гагарина</p> | Биостабилизирующая. Стабилизация температурного режима, влажности, состояния качества атмосферного воздуха. Научно-исследовательская, учебная. Рекреационная |
| <p>Элементы ЭКГТ первого порядка: Существующие: ландшафтно-рекреационные территории (леса на водоразделе и долине, острова), кладбища</p> | Рекреационная. Стабилизация состояния качества атмосферного воздуха |
| <p>Элементы ЭКГТ второго порядка: Существующие: водохранная зона вдоль р. Лена и р. Кэнкэмэ, малых рек (Мархинка, Шестаковка), и крупных озер (Соленое, Теплое, Белое, Хатынг-Юрях, Синигес, Табага, Атласовское, Ытык-Кюель, Чочур-Муран, Сайсары, Сергелях)</p> | Стабилизация температурного режима, влажности, состояния качества атмосферного воздуха. Ландшафтно-терапевтическая. Гравитационностабилизирующая. Стабилизация гидрологических процессов и качества природных вод |
| <p>Элементы ЭКГТ третьего порядка: санитарно-защитные зоны промпредприятий; скверы; зеленые коридоры вдоль авто- и пешеходных дорог; зеленые насаждения внутри дворов, школ, детских учреждений, больниц</p> | Ландшафтно-терапевтическая. Обеспечение комфортности проживания горожан |
| <p>Территории потенциальной ренатурализации: Зона «Ус-Хатын»; Тулагино-Кильдямцы (остров Хатыстах); Туристический кластер «Северный мир»; «Степи Туймаады» (Табагинский Мыс); Таежный природный парк «Чабыда»; Пойменный луг «Зеленый луг»</p> | Территории, которые потенциально можно включить в экосеть, как природные ядра |

Также нами были выделены территории потенциальной ренатурализации, которые потенциально можно включить в экосеть, как природные ядра. К данным территориям относится «Зеленый луг» – обширный пойменный луг р.

Лена, примыкающий к улицам Чернышевского и Хабарова, откуда осуществляется миграция многих видов растений, что приводит к обогащению флоры города. Поэтому данную территорию важно сохранить и присвоить ей статус охраняемых.

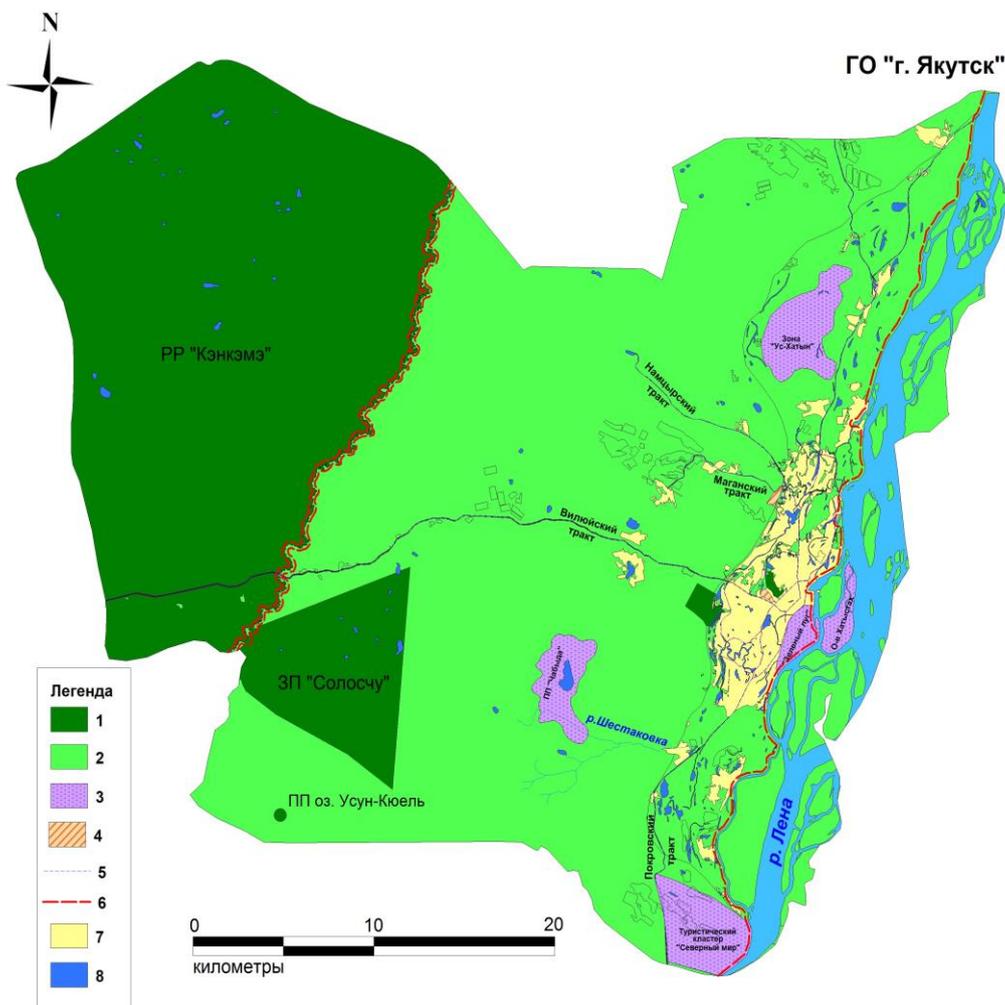


Рисунок 1 – Модель экологического каркаса ГО «г. Якутск»:

1 – ядра; 2 – ландшафтно-рекреационные территории; 3 – территории потенциальной ренатурализации; 4 – кладбища; 5 – защитные зоны вдоль дорог; 6 – водоохранная зона; 7 – антропогенно-техногенные территории; 8 – водные объекты.

ГЛАВА 4. ЭКОЛОГО-БОТАНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ БОТАНИЧЕСКОГО САДА ИБПК СО РАН

4.1 Природно-экологическая характеристика территории и эколого-функциональное зонирование Ботанического сада ИБПК СО РАН

Ботанический сад ИБПК СО РАН расположен в 7 км к юго-западу от г. Якутска на II надпойменной террасе и занимает площадь 543 га. Абсолютные отметки террасы колеблются в пределах 98-108 м, коренного берега – 185-206 м над ур. м. Старичное озеро Ытык-Кюель является основным водоемом

Ботанического сада. Климат БС характерный для Центральной Якутии и отличается резкой континентальностью, проявляющиеся в больших колебаниях температуры воздуха (80-100°) и относительно малых количествах выпадающих осадков – 250-300 мм (Гаврилова, 1973; Гаврилова, 2003). Почвенный покров территории отличается значительным разнообразием как мерзлотных лугово-степных, так и лесных почв Центральной Якутии. Лугово-степные почвы Центральной Якутии в настоящее время подвержены интенсивному антропогенному воздействию и находятся в состоянии разной степени агрогенной и пастбищной деградации. В отличие от этого аналогичные почвы ботанического сада, как природоохранной территории, являются ценными природными эталонами для изучения биологического разнообразия отдельных регионов Восточной Сибири и проведения почвенно-экологического мониторинга в условиях прогнозируемого изменения климата.

Для оптимального использования территории, рационального ведения хозяйства, природоохранных мероприятий нами проведено эколого-функциональное зонирование территории БС, где большая часть приходится на лесные массивы водораздела (74,3%).

Разработанное нами эколого-функциональное зонирование БС и его картографическая модель демонстрируют, что практически вся его территория – это богатые эколого-ботанические ресурсы, являющиеся основой экологического каркаса города, обуславливающие его огромную средостабилизирующую роль.

4.2. Растительность Ботанического сада ИБПК СО РАН

Большую часть Ботанического сада занимает естественная растительность, которая в силу экологических особенностей неоднородна и подразделяется на типы: 1) лесной; 2) степной; 3) луговой; 4) кустарниковый; 5) водный и прибрежно-водный; 6) сорно-полевой.

Наиболее разнообразна растительность долинной части. На разработанной нами карте растительности в долинной части классифицировано более 30 растительных ассоциаций (рис.2). Пространственный анализ показал, что большую часть территории занимает лесная (39,2%) и луговая (39%) растительности. Растительность водораздельной части довольно однообразна и представлена в основном сосновыми и лиственничными лесами. Растительность водораздельной части представлена в основном разнотравными сосновыми и лиственничными лесами. Разработанные нами карты почвенно-растительного покрова позволяют анализировать и оценивать природоохранную ценность и биогеографическую специфику территории БС, определять приоритетность и эффективность охраны отдельных видов и экосистем, планировать природоохранные мероприятия. Эти карты могут послужить основой для картографирования других характеристик ландшафтов, экологических последствий и устойчивости природной среды к антропогенному воздействию.

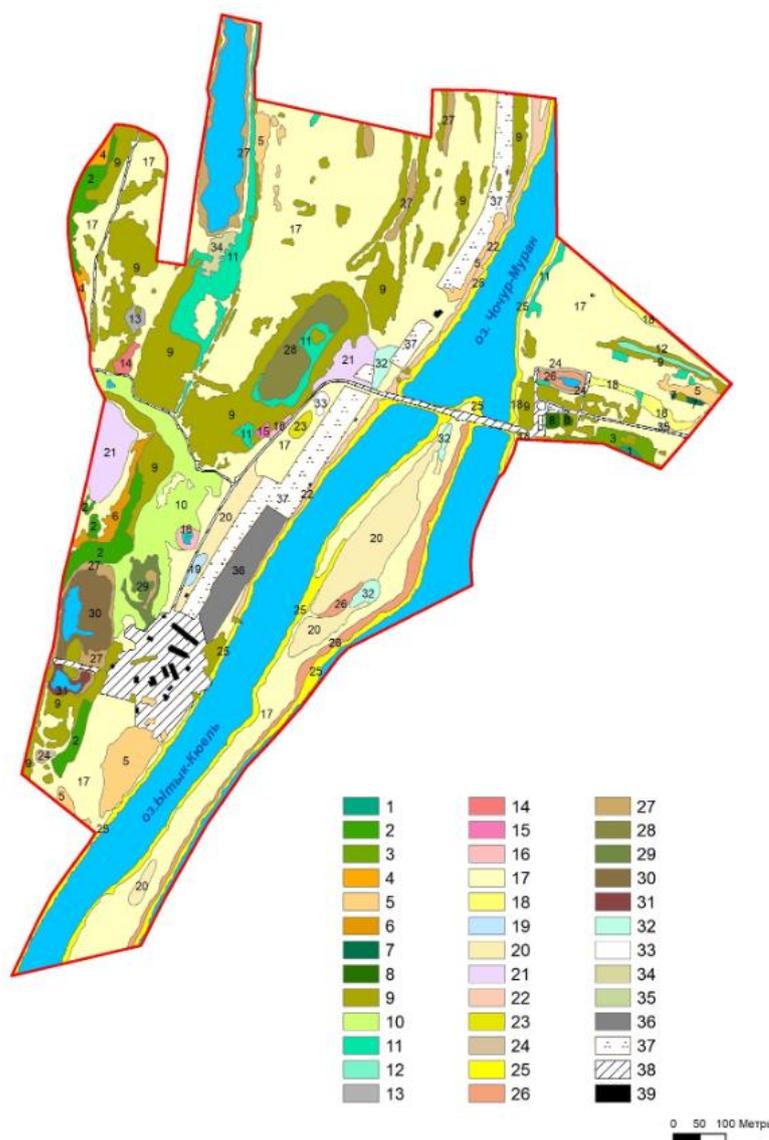


Рисунок 2 – Карта растительности на территории БС ИБПК СО РАН (Горохов, Чевычелов, Николаева, 2020)

Лесная растительность: 1 – лиственный лес багульниковый; 2 – лиственный лес разнотравный; 3 – лиственный разнотравный лес с примесью *Betula pendula*; 4 – сосновый лес толокнянковый; 5- сосновый лес разнотравный; 6- сосновый лес разнотравно-толокнянковый; 7- еловый лес мертвопокровный; 8 – еловый лес зеленомошный; 9 – березовый лес разнотравный; 10 – березовый лес разнотравно-ирисовый. **Кустарниковая:** 11 – ивняки разнотравные; 12 – ивняки разнотравно-злаковые; 13 – шиповниковые; 14 – среднетаволговые ; 15 – иволгиноспирейные; 16 - ложнопятитычинковоивовые разнотравные. **Луговая:** 17 – разнотравно-злаковые; 18 – злаково-разнотравные; 19 – якутскопопынная; 20 – бескильнищевая; 21 – веронико-твердоватоосочковые; 22 – пырейноползуче-разнотравные; 23 – ситниковые; 24 – бекманиево-лисохвостовые; **Болотная:** 25 – тростниковые; 26 – тростянковые; 27 – манниково-лисохвостовые; 28 – вилюйскоосоковые; 29 – остроосоково-вейниковые; 30 – болотнопепельниково осоковые; 31 – хвощово-осоковые. **Растительность солончаков:** 32 – сведовые; 33 – млечниковые; 34 – тополиные насаждения; 35 – осиновые насаждения. 36 – **Сорно-полевая**; 37 – опытные и коллекционные участки; 38 – антропогенные участки; 39 – строения.

Одной из важных задач, как при планировании, так и при осуществлении любых мероприятий по природопользованию и охране природы является оценка качества среды. На основе метода флуктуирующей асимметрии (ФА) листовой пластинки березы плосколистной *Betula pendula* нами была дана оценка экологического состояния территории Ботанического сада ИБПК СО РАН. Всего было обследовано 6 точек (табл.4).

В целом показатели ФА невысокие, это указывает на стабильность экологического состояния среды. Весьма низкие показатели ФА отмечены в березовом разнотравном лесу в долинной части и в двух точках на водораздельной части Сада. Несколько выше показатели ФА в березовом разнотравном лесу, расположенном вдоль асфальтированной дороги и у подножия коренного берега «Чучур-Муран), где ощутимо влияние автотранспорта, сельскохозяйственной техники, вытаптывания и пр. (табл.4).

Таблица 4 – Стабильность качества среды территории Ботанического сада ИБПК

| Точки сбора | ФА | Балл | Состояние среды | Ошибка |
|--|-------|------|---|--------|
| Березовый разнотравный лес в долинной части | 0,040 | II | Начальные, незначительные отклонения от нормы | 0,002 |
| Березовый шиповниковый лес на водораздельной части | 0,042 | II | | 0,001 |
| Березовый брусничный лес на водораздельной части | 0,043 | II | | 0,003 |
| Березовый разнотравный лес вдоль асфальтированной дороги | 0,045 | III | Средний уровень отклонения от нормы | 0,002 |
| Березовый разнотравный лес на водораздельной части | 0,047 | III | | 0,003 |
| Березовый разнотравный лес у подножия коренного берега Чучур-Муран | 0,047 | III | | 0,002 |

В 2017 г. нами была проведена работа по восстановлению и усовершенствованию экологической тропы. Современная ЭТ состоит из 13 ключевых участков (станций). Станции распределены по типам растительных сообществ, встречающихся на природной территории БС ИБПК СО РАН. Предварительно флора экологической тропы включает 310 видов высших сосудистых растений, относящихся к 54 семействам и 172 родам. Реализация данной тропы позволит сформировать у посетителей экологическое мировоззрение, бережное отношение к окружающей природной среде.

4.3. Флора сосудистых растений природной территории ботанического сада

Таксономическая структура. Флора Ботанического сада представлена 383 видами сосудистых растений из 242 родов и 72 семейств, что составляет

38% флоры Центральной Якутии (1008 видов). Наиболее представлены роды: *Artemisia* – 12 видов, *Carex* – 10, *Potentilla* – 10, *Salix* – 9, *Astragalus* – 7, *Equisetum* – 5 и *Allium* – 5, *Androsace* – 4, *Viola* – 4, *Galium* – 5, *Plantago* – 4. Остальные роды представлены 1-3 таксонами. На долю 10 ведущих семейств приходится 58,3%. Лидирование в районе исследования семейств *Asteraceae*, *Rosaceae*, *Poaceae* и *Cyperaceae* соответствует бореальным флорам Голарктики и подчеркивает ее аридные свойства.

Географическая структура. Долготный анализ флоры показал преобладание в ней геоэлементов с широким ареалом. В сложении природной флоры БС активно участвуют циркумполярная (32%) и евразийская группы (25%). Достаточно обильно представлены североазиатские (7,3%), американо-азиатские (5,4%) восточноазиатские (5,2%), южносибирские и монгольские виды (5,2%), меньшей степени – евросибирские (5,0%), общеазиатские (4,0%), северо-восточноазиатские (2,3%), и маньчжуро-даурские виды (2,1%) и космополиты (1,8%). Незначительно представлены охотские, центральноазиатские и европейские виды. Во флоре Ботанического сада насчитывается 10 эндемиков Сибири (2,6%) и 3 эндемика Якутии (0,8%).

Для анализа флоры БС в поясno-зональном отношении были рассмотрены группы видов, которые мы объединили в комплексы: лесной, степной, высокогорный, а зональный (табл.5).

Таблица 5 - Поясно-зональный спектр природной флоры БС ИБПК

| № | Комплекс видов и широтные группы | Число видов | % от общего числа видов |
|----|----------------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | Лесной | 128 | 33,4 |
| 2 | Светлохвойно-лесная | 108 | 28,1 |
| 3 | Темнохвойно-лесная | 9 | 2,3 |
| 4 | Пребореальная | 11 | 3,0 |
| 5 | Степной | 118 | 30,8 |
| 6 | Лесостепная | 72 | 18,8 |
| 7 | Горно-степная | 8 | 2,1 |
| 8 | Собственно-степная | 35 | 9,1 |
| 9 | Пустынно-степная | 3 | 0,8 |
| 10 | Высокогорный | 15 | 4,0 |
| 11 | Арктоальпийская | 3 | 0,8 |
| 12 | Гипоарктомонтанная | 7 | 1,9 |
| 13 | Гипоарктическая | 2 | 0,5 |
| 14 | Горная общепоясная | 3 | 0,8 |
| 15 | Азональный | 122 | 31,8 |
| 16 | Луговая | 65 | 17,0 |
| 17 | Водно-болотная | 37 | 9,6 |
| 18 | Водная | 12 | 3,1 |
| 19 | Прирусловая | 8 | 2,1 |
| | Всего | 383 | 100 |

Эколого-ценотическая структура. Во флоре природной территории БС преобладают с небольшой разницей лесные (26,7%) и степные (25,8%) виды. Также отмечено достаточное количество луговых растений (22,7%), в меньшей степени встречаются болотные виды (14,1%). Единичны тундровые виды (0,5%). На рудеральные виды приходится 10,2%.

Биоморфологическая структура флоры БС достаточно разнообразна, что связано с разнообразием местообитаний (табл.6).

Таблица 6 – Биоморфологический состав природной флоры БС ИБПК

| № | Экобиоморфа | Число видов | % от общего числа видов |
|--------|---|-------------|-------------------------|
| 1 | Древесные растения: | 58 | 15,1 |
| 2 | Деревья | 9 | 2,3 |
| 3 | Кустарники, в том числе: | 31 | 8,1 |
| 4 | -лиана | 1 | 0,2 |
| 5 | Кустарнички | 5 | 1,3 |
| 6 | Полукустарники | 4 | 1,1 |
| 7 | Полукустарнички | 8 | 2,1 |
| 8 | Травянистые многолетние растения: | 268 | 70,0 |
| 10 | Наземноразветвленное с ризофорами | 1 | 0,2 |
| 11 | Короткокорневищные | 36 | 9,4 |
| 12 | Длиннокорневищные | 65 | 17,0 |
| 13 | Стержнекорневые | 61 | 16,0 |
| 14 | Кистекокорневые | 42 | 11,0 |
| 15 | Плотноразветвленные | 19 | 5,0 |
| 16 | Рыхлоразветвленные | 12 | 3,2 |
| 17 | Корнеотпрысковые | 6 | 1,5 |
| 18 | Клубнекорневые | 3 | 0,8 |
| 19 | Луковичные | 8 | 2,1 |
| 20 | Плавающие, в том числе: | 6 | 1,5 |
| 21 | -с укореняющимися побегами | 8 | 2,1 |
| 22 | Паразитирующее | 1 | 0,2 |
| 23 | Травянистые одно- двулетние растения, в том числе: | 56 | 14,7 |
| 24 | -паразитирующая лиана | 1 | 0,2 |
| Всего: | | 383 | 100 |

Экологическая структура также демонстрирует разнообразие условий местообитаний. По отношению растений к увлажнению было выделено 3 основных (ксерофитная, мезофитная и гидрофитная) и 10 промежуточных групп (табл.7).

Таблица 7 - Экологическая структура флоры БС ИБПК по отношению растений к увлажнению

| № | Биоморфологические группы | Число видов | % от общего числа видов |
|--------|---------------------------|-------------|-------------------------|
| 1 | Ксерофитная | 116 | 30,2 |
| 2 | Ксерофиты | 48 | 12,5 |
| 3 | Мезоксерофиты | 68 | 17,7 |
| 4 | Мезофитная | 180 | 46,9 |
| 5 | Ксеромезофиты | 82 | 21,4 |
| 6 | Мезофиты | 82 | 21,4 |
| 7 | Гигромезофиты | 16 | 4,1 |
| 8 | Гидрофитная | 85 | 22,1 |
| 9 | Гидрофиты | 23 | 6,0 |
| 10 | Мезогигрофиты | 30 | 7,8 |
| 11 | Гигрогидрофиты | 18 | 4,6 |
| 12 | Гидрофиты | 4 | 1,0 |
| 13 | Гидатофиты | 12 | 3,1 |
| Всего: | | 383 | 100 |

Сравнительный анализ флоры БС ИБПК СО РАН с видовым составом основных зеленых коридоров ЭК г. Якутска (элементы III порядка) в их пригородной части показал значительное видовое сходство, рассчитанное по коэффициенту Сёренсена (K_S). Здесь K_S составляет 70-75. Высока степень видового сходства флоры БС ИБПК СО РАН и других ключевых элементов экологического каркаса – ПКиО ($K_S=66$) и БС СВФУ ($K_S=55$). Это сходство показывает общность флоры растительных сообществ, частью которых и является и флора ботанического сада (рис.3).

В селитебной части города K_S достаточно имеет достаточно высокие показатели ($K_S=45-60$) в центре города, где озеленение наиболее выражено. На окраине города, где озеленение минимально или практически отсутствует видовое сходство варьирует от 25 до 43, которое здесь достигается, в основном, за счет общих сорных и рудеральных видов (рис.4). Это еще раз доказывает, что прерывистые озеленение или его отсутствие не способствует миграции видов и повышению биоразнообразия зеленого покрова города.

Сравнение видового состава элементов экологического каркаса позволяет наблюдать динамику видового разнообразия и может иметь значение в сравнительных комплексных исследованиях по изучению состояния зеленых зон города и выявить наиболее уязвимые районы города, являющиеся в то же время территориями потенциальной ренатурализации и в дальнейшем могут быть восстановлены и включены в состав ЭКГТ.

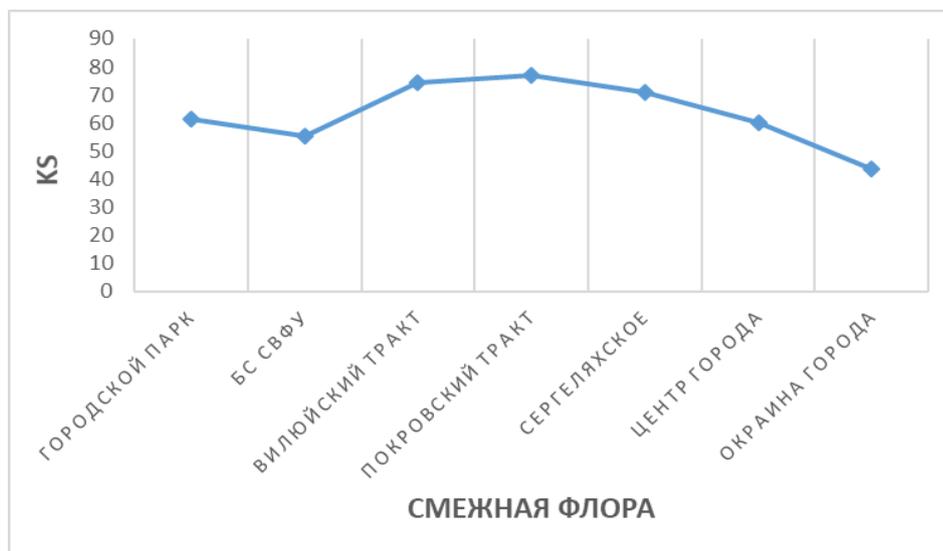


Рисунок 3 – Сравнение коэффициентов сходства видового состава флоры БС ИБПК с сопредельными территориями, используя формулу Сёренсена

4.4. Мхи и микобиота

В результате полевых исследований на территории ботанического сада ИБПК СО РАН было зарегистрировано 30 видов мхов, включая печеночники, которые представлены 1 видом – *Ptilidium ciliare*, из 2 классов, 7 порядков и 17 семейств. Семейства и роды немногочисленны и представлены 1-3 таксонами. Грибы на территории сада представлены 316 видами из 2 отделов, 3 классов, 18 порядков, 38 семейств. Среди лишайников отмечено 24 вида из 1 класса, 3 порядков и 6 семейств. Наиболее многочисленное семейство – *Cladoniaceae* (7) и *Parmeliaceae* (7). Наиболее представлен род *Cladonia* (7).

4.5. Редкие и эндемичные виды природной флоры БС

На природной территории сада произрастает 9 редких и исчезающих видов сосудистых травянистых растений: *Ephedra monosperma*, *Papaver jacuticum*, *Astragalus lenensis*, *Thermopsis lanceolata* ssp. *jacutica*, *Gagea pauciflora*, *Lilium pensylvanicum*, *Allium prostratum*, *A. ramosum*, *Cypripedium guttatum* и 2 вида грибов *Clavariadelphus ligula* и *Clavariadelphus pistillaris*. Преобладающая часть ЦП редких видов находится в нормальном состоянии, увеличивая численность, плотность и площадь ЦП за счет самоподдержания.

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГО-БОТАНИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ КОЛЛЕКЦИОННОГО ФОНДА БОТАНИЧЕСКОГО САДА

5.1. Коллекции БС

Коллекционный фонд БС представлен 8 коллекциями: древесные и плодово-ягодная, растения природной флоры Якутии, лекарственные растений, газонные травы, сем. *Lamiaceae*, сем. *Iridaceae*, инорайонные декоративные

многолетние травянистые растения, тропические и субтропические растения (оранжерея).

5.2. Структура коллекций

Таксономическая. В настоящее время коллекции БС ИБПК насчитывают 1666 видов, подвидов, форм и сортов из 415 родов и 113 семейств, представленных 2176 видо- и сортообразцами. Большая часть культивируемой флоры приходится на инорайонные виды (49,8%), местные (аборигенные) виды составляют 29%, тропические и субтропические растения – 21%.

Географическая. Среди поясно-зональных комплексов культивируемых растений флоры Якутии преобладает лесной комплекс (43,1%), что вполне объяснимо, так как территория Ботанического сада находится в зоне средней тайги. На втором месте – степной комплекс (28,5%), и на третьем, с небольшой разницей, – аazonальный (15,0%) и высокогорный (13,2%).

Ареалогический анализ *инорайонной флоры открытого грунта* показал, что среди интродуцентов отмечается большое разнообразие хорологических элементов. В коллекциях преобладают восточно-азиатские виды (33,2%), на втором месте – евроазиатские (20,5%), на третьем – европейские (11,5%).

В коллекции тропических и субтропических растений в большей степени представлено Неотропическое царство (28,7%), на втором месте с небольшой разницей – Голарктическое (28,0%), на третьем месте – Капское царство (19,5%).

Биоморфологическая. Анализ коллекционных растений *природной флоры Якутии* показал, что большинство видов представлены травянистыми многолетними формами – 68,0%. На долю древесных растений приходится 26,5%, среди которых преобладают кустарники (14,6%). Лианы (0,4%), кустарнички (2,8%), полукустарники (1,8%) и полукустарнички (3,0%) играют в сложении древесных небольшую роль. Ведущей биоморфой в группе травянистых многолетников являются стержнекорневые растения (19,6%). На втором месте с небольшой разницей – длиннокорневищные (16,4%) и короткокорневищные (14,0%); на третьем месте – кистекокорневые (10,2%).

Среди *инорайонной культивируемой флоры открытого грунта*, наоборот, доминируют древесные растения (55,7%) за счет сортовых форм кустарников, которые составляют 47,3%. Среди травянистых растений с небольшой разницей преобладают плотнодерновинные (8,5%), короткокорневищные (7,6%) и длиннокорневищные (7,3%). На долю однолетних и двулетних растений приходится 2,2%.

Во флоре тропических и субтропических растений преобладают травянистые растения, общее число которых составляет 201 таксон (57,1% от общего числа), остальная часть приходится на древесные растения 42,9% (151 таксон). Среди травянистых растений преобладают розеточные – 21% (74 таксона), на втором месте – кустовидные ползучие и лежащие травы -14,8%. На третьем месте отмечены подземно-корневищные растения (9,7%).

5.3. Интродукция редких видов растений в коллекциях БС ИБПК СО РАН

В коллекционном фонде БС насчитывается 72 охраняемых вида растений, из которых 20 включены в Красную книгу РФ (2008), 60 видов включены в Красную Книгу Республики Саха (Якутия) (2017). Большинство краснокнижных видов – травянистые растения (56 видов), из древесных растений отмечено 5 видов. Большинство из испытанных редких видов являются высокоустойчивыми (41,7%) и устойчивыми (38,8%) в культуре.

5.4. Восстановление ценопопуляций редких видов на природной территории ботанического сада

На природной территории ботанического сада нами были успешно реставрированы нарушенные ценопопуляции редких видов: *Gagea pauciflora* и *Lilium pensylvanicum*. Мониторинг реинтродукционных ценопопуляций показал перспективность этих работ, отмечено расширение занимаемой ими площади, положительную динамику их численности и плотности. По 3-х бальной шкале реинтродукционных популяций, в настоящее время ЦП *Gagea pauciflora* оценивается как устойчивая (общая сумма баллов – 14) (табл.8).

Таблица 8 – Динамика численности, восстановленной ценопопуляции *G. pauciflora*

| Возрастная группа | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Генеративные (g) | 18 | 8 | 52 | 15 | 32 | 35 |
| Виргинильные (v) | 41 | 25 | 9 | 6 | 11 | 8 |
| Имматурные (im) | - | - | - | 8 | 26 | 22 |
| Ювенильные (j) | - | - | 29 | 34 | 53 | 58 |
| Всего | 59 | 33 | 90 | 63 | 122 | 123 |

Примечание: Прочерк означает отсутствие особей данного возрастного состояния

5.4. Нематериальные ресурсы БС

Используя свой интеллектуальный и природный потенциал Ботанический сад проводит эколого-просветительскую и образовательную деятельность. Эта деятельность способствует формированию экологического сознания у широких слоев населения. В своей просветительской деятельности Ботанический сад использует самые различные направления (мастер-классы, экскурсии по коллекционным участкам, ежегодные полевые практики студентов, научное руководство докладов, курсовых и дипломных работ студентов и школьников и т.д.).

Рекомендации

Для оптимизации и укрепления ЭКГТ ГО «г. Якутск» мы предлагаем следующие рекомендации:

1. Включить в Генеральный план г. Якутска в качестве территории потенциальной ренатурализации – пойменный луг долины р. Лена «Зеленый луг» на территории городского округа с целью его сохранения. С расширением границ города сокращаются площади ландшафтно-рекреационных территорий, которые играют важную средостабилизирующую роль, что напрямую влияет на экологическое состояние среды и здоровье горожан. Поэтому необходимо сохранить как можно больше площадей существующих зеленых зон.

2. Необходимо прекратить изъятие саженцев из природы для озеленения города. Частая практика использования в озеленении саженцев из пригородных долинных лесов наряду с расширением границ города во многом сыграла свою негативную роль – привела к значительному сокращению долинных лесов. Кроме того, низкокачественный, плохо развитый посадочный материал из природных местообитаний неудовлетворительно переносит смену микроклиматических условий и, как правило, погибает или слабо и долго приживается. Этим обусловлено и прерывающиеся озеленение многих улиц города. После их реставрации они могут быть привлечены в структуру ЭКГТ.

3. Для развития зеленого строительства г. Якутска необходимо создание в городском хозяйстве крупного производственного питомника перспективного посадочного материала для озеленительных работ и осуществление профессионального подхода к озеленению с соблюдением всех агротехнических условий и правил. При создании питомников огромную роль могут играть эколого-ботанические ресурсы БС – материальные и нематериальные – разработка ассортимента декоративных растений, первичный посадочный материал для размножения саженцев, технологии выращивания и размножения растений, подготовка на базе БС специалистов-садоводов.

4. Проведение планомерного и поэтапного озеленения. Для обеспечения эффективности озеленения, его органичной связи с окружающей городской средой и благоприятных условий жизни населения необходимо разработать перспективное планирование и создать целую систему, в которую входят насаждения, расположенные на территории промышленных предприятий, жилых и общественных зданий, газо-, шумо- и ветрозащитные полосы, бульвары, скверы, парки и сады. При этом максимально сохраняются существующие зеленые массивы. Озеленение должно проводиться поэтапно, не затрагивая большие площади, обеспечивая тем самым качество посадок.

5. Особое внимание уделить озеленению периферийной части города с целью дать развитие элементам III порядка для укрепления ЭКГТ.

6. Расширить ассортимент древесных посадок. Невозможно не отметить однородность древесных посадок в городе. Хотя ассортимент древесных растений г. Якутска насчитывает 43 вида (Данилова, Сабарайкина, 2017), подавляющая часть из них встречается редко или единично. Как отмечено выше, основными озеленительными породами в г. Якутске являются четыре вида – ива прутовидная *Salix viminalis*, и. Бэбба *S. bebbiana*, И. шерстистопобеговая *S. dasyclados* и береза повислая *Betula pendula*. Между тем, БС предложен разнообразный ассортимент декоративных древесных растений

для озеленения г. Якутска, включающие как местные породы, так и инорайонные, разработаны технологии их выращивания, содержания и ухода (Чугунова, 1958, 1960, 1965; Чугунова, Шедудякова, Карпель, 1961; Кротова, Ярина, Говорина, 1972; Петрова, Корниенко, Назарова, 1977; Петрова, 1987; Данилова, Говорина, 1990; Петрова, Романова, Назарова, 2000; Данилова и др., 2006; Данилова и др., 2011; Трофимова, Романова, 2015). Правильно подобранный ассортимент древесных пород и профессиональный уход за ними обеспечат экологическое оздоровление городской среды (снижение запыленности и загазованности воздуха, уменьшение шума, фитонцидное действие и т.д.), здоровье людей, а также выполнит эстетическую функцию.

7. Использование правильной агротехники и условий при посадке саженцев, уход за ними, особенно в первые 3 года после посадки. Высадка растений в грунт – это ответственная процедура, которая требует соблюдения агротехнических приемов. Для того, чтобы в дальнейшем посадочный материал выглядел здоровым и качественными необходимо следовать методикам, разработанными специалистами. Саженцы должны быть правильно и бережно высажены, с гарантией успешного приживания, роста и развития.

ВЫВОДЫ

1. В результате эколого-функционального зонирования ГО «г. Якутск» на территории города выделены средоформирующая (27,40%), средостабилизирующая (50,70%) средостабилизирующая (0,20%) и антропогенно-техногенная (16,56%) зоны. Остальные 5,14% приходятся на водные объекты (реки, речки, протоки, притоки, озера).

2. Разработана модель ЭКГТ ГО «г. Якутск». В отличие от других территорий, особенностью экологического каркаса, является то, что преобладающую часть каркаса занимают ядра и элементы I порядка (95,7% от общей площади экологического каркаса и 79,2% от общей территории городского округа), что обеспечивает стабильность и перспективу его дальнейшего развития. Одним из ядер является Ботанический сад ИБПК СО РАН. *Элементы II порядка* (экологические коридоры) – долины рр. Лена и Кэнкэмэ, с притоками, протоками и озерами, на которые приходится около 1% от общей площади каркаса и 0,5% от ГО. *Элементы III порядка* включают линейные структурные элементы в селитебной зоне, – зеленые насаждения вдоль транспортных инфраструктурных сооружений и внутривороневые озелененные комплексы. Они занимают всего 0,07% от общей площади каркаса и еще меньше от общей площади ГО (0,05%). *Зоны потенциальной ренатурализации* (3,3% от общей площади экологического каркаса и 3,0% от общей территории городского округа) – зоны, которые потенциально можно включить в экосеть г. Якутска.

3. В структуре экологического каркаса прослеживается довольно прочная связь между его элементами. Ботанический сад и пригородные леса оказывают большое влияние на селитебную часть города, о чем свидетельствует коэффициент общности видового состава ($K_s=45-60$) между

ботаническим садом и элементами 3 порядка и возрастающая роль интродуцентов в оптимизации городской среды.

4. Природная территория ботанического сада характеризуется благоприятными экологическими условиями, что подтверждается исследованиями флуктуирующей асимметрии листовой пластинки *Betula pendula*. В трех исследуемых точках ФА характеризуется низким уровнем (0,040-0,043), свидетельствующим об оптимальных условиях для поддержания высокого уровня биоразнообразия и численности популяций растений. Это является предпосылкой миграции видов по элементам III порядка в селитебную часть города. Средний уровень ФА (0,045-0,047) характерен для точек, расположенных вблизи административно-хозяйственных территорий.

5. Природная территория БС располагает значительными эколого-ботаническими ресурсами. На ее природной территории представлены основные типы растительности, характерные для Центральной Якутии: леса, кустарниковая растительность, луга, степная растительность, прибрежно-водная и водная. Природная флора БС включает 383 вида (37,9% от флоры Центральной Якутии) из 242 родов и 72 семейств сосудистых растений, 30 видов мхов, 24 вида лишайника и 316 видов грибов. Высокое её разнообразие свидетельствует об устойчивости природных экосистем БС.

6. На экологическую стабильность природной территории БС указывает произрастание 9 видов редких и исчезающих сосудистых растений, а также 2 видов грибов. За редким исключением ценопопуляции редких видов находятся в нормальном состоянии, увеличивая численность, плотность и площадь ЦП за счет самоподдержания.

7. Эколого-ботанические ресурсы представлены и в коллекциях БС, где сосредоточено большое разнообразие видов культивируемых растений. В настоящее время коллекции БС ИБПК насчитывают 1666 видов, подвидов, форм и сортов из 415 родов и 113 семейств, представленных 2176 видо- и сортообразцами. За 60 лет существования ботанический сад в зеленое строительство города передал более 200 тыс. саженцев древесных растений, выполняя тем самым, средостабилизирующую функцию экологического каркаса.

8. На основе интродуцентов были успешно реставрированы нарушенные ценопопуляции редких видов: *Gagea pauciflora* и *Lilium pensylvanicum*. Мониторинг данных ценопопуляций показал перспективность этих работ, отмечено расширение занимаемой ими площади, положительную динамику их численности и плотности.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В рецензируемых научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Николаева, О.А. Уязвимые и эндемичные виды флоры Центральной Якутии в природных сообществах Якутского ботанического сада / О.А.

Николаева, Д.Н. Андросова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2015. - № 7(129). - С. 83-89.

2. Николаева, О.А. Разнообразие бобовых в природных сообществах Якутского ботанического сада / О.А. Николаева, Н.С., Данилова, В.В. Семенова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2015. - №111. – С.1042-1053.

3. Николаева, О.А. Разнообразие астровых в природных сообществах Якутского ботанического сада / О.А. Николаева, Н.С. Данилова, В.В. Васильева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2016. - №116. – С.309-318.

4. Николаева, О.А. Изменчивость морфологических признаков лука стелющегося и лука ветвистого в природе и культуре / А.И. Федорова, О.А. Николаева, Д.Н. Андросова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2016. - №119. – С.627-641.

5. Николаева, О.А. Жизненность и изменчивость морфологических признаков *Lilium pensylvanicum* Ker.-Gawl. в природе и в культуре / А.И. Федорова, О.А. Николаева, Д.Н. Андросова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2016. - №124(10). - С.840-851. DOI: 10.21515/1990-4665-124-055.

6. Николаева, О.А. Экологическая тропа «Чучур-Муран» на природной территории Якутского ботанического сада / О.А. Николаева, Н.С. Данилова, С.М. Сабарайкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2017. - №128(04). – С. 386-402. DOI: 10.21515/1990-4665-128-028

7. Николаева, О.А. Структура ценопопуляции и реинтродукция эндемичного вида *Papaver jacuticum* в Центральной Якутии / В.В. Семенова, О.А. Николаева // Известия Самарского научного центра РАН – Т.20-№5(2). – 2018. - С.253-256.

8. Николаева, О.А. Современное состояние растительности природной территории Якутского ботанического сада / О.А. Николаева, С.М. Сабарайкина // Известия Самарского научного центра РАН – Т.20-№5(2). – 2018. - С.247-252.

9. Николаева, О.А. Особенности природных условий ботанического сада ИБПК СО РАН / А.Н. Горохов, А.П. Чевычелов // Проблемы региональной экологии. – 2020. - №2. – С.15-19. DOI: 10.24411/1728-323X-2020-12015

В рецензируемых научных изданиях, индексируемых в базе данных Scopus:

1. Nikolaeva, O.A. In vitro reproduction and ex situ growth and development of the rare species *Lilium pensylvanicum* Ker-Gawl. (Liliaceae) / G.V. Filippova, V.G. Darkhanova N.S. Stroeveva, O.A. Nikolaeva, D.N. Androsova Moscow University Biological Sciences Bulletin – 2020. – V.75. - №2. – P.71-76. (SCOPUS)

2. Nikolaeva, O.A. Ontogeny and coenopopulation structure of *Gagea pauciflora* (Liliaceae) in the Central Yakutia / V.V. Semenova, O.A. Nikolaeva, N.S.

Danilova // *Botanicheskii Zhurnal* – 2021. - №106(1). – P.43-51. DOI: 10.31857/S0006813621010063. (SCOPUS)

В прочих изданиях:

1. Николаева, О.А. Онтогенез *Papaver jacuticum* Peschkova (Papaveraceae) в условиях культуры Центральной Якутии / О.А. Николаева, В.В. Семенова // *Наука и образование*, 2016. - № 2(82). - С. 126-130.

2. Николаева, О.А. Разнообразие Розоцветных (Rosaceae) в природных сообществах на территории Якутского ботанического сада / О.А. Николаева // *Наука и образование*, 2017. – 3(87). – С.120-123.

3. Николаева, О.А. Реставрация ценопопуляций редкого вида *Gagea pauciflora* (Turcz. ex Trautv.) Ledeb. на природной территории Якутского ботанического сада / О.А. Николаева, Н.С. Данилова // *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Амосова*. - №1(63). – Якутск, 2018. – С. 30-37. DOI: 10.25587/SVFU.2018.63.10538

4. Николаева, О.А. Конспект флоры сосудистых растений природной территории Якутского ботанического сада / О.А. Николаева, Н.С. Данилова // *Фиторазнообразие Восточной Европы*. – Т.13, №1. – 2019. – С.70-94. DOI: 10.24411/2072-8816-2019-10040

5. Николаева, О.А. Картографирование почвенно-растительного покрова Якутского ботанического сада / А.Н. Горохов, А.П. Чевычелов, О.А. Николаева // *Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова*. Серия: Науки о Земле. – 2020. - №1(17). – С.11-20. DOI: 10.25587/SVFU.2020.17.61129

Николаева Ольга Александровна

**БОТАНИЧЕСКИЙ САД ИБПК СО РАН КАК ЭЛЕМЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
КАРКАСА ГОРОДСКОГО ОКРУГА
«ГОРОД ЯКУТСК»**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук