



На правах рукописи

Ерзин Иван Васильевич

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ В
СВЯЗИ С ИХ РЕКОНСТРУКЦИЕЙ (НА ПРИМЕРЕ г. МОСКВЫ)**

03.02.08 – Экология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

27 ОКТ 2011

Москва – 2011

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Московский государственный университет леса»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор **Теодоронский Владимир Сергеевич**

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор **Чернышенко Оксана Васильевна**

кандидат биологических наук, доцент **Рысин Сергей Львович**

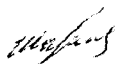
Ведущая организация: **ЗАО «Мосзеленстрой»**

Защита состоится «17» ноября 2011 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета Д 212.146.01 при ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет леса» по адресу 141005, Московская обл., г.Мытищи-5, ул.1-я Институтская, д.1, МГУЛ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского государственного университета леса.

Автореферат разослан «14» октября 2011 г.

Учёный секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук, доцент



Т.В. Шарапа

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы определяется сложной экологической обстановкой в крупных городах России и в частности в крупнейшем мегаполисе, каким является Москва. Особую роль в деле оздоровления городской среды играют крупные зелёные массивы в виде городских парков. К настоящему времени возникает насущная необходимость в реконструкции насаждений городских парков, потерявших жизнеспособность под влиянием неблагоприятных экологических факторов. Основой разработки принципов реконструкции насаждений городских парков, прежде всего, должны служить эффективные методы первоначальной оценки древесных растений по состоянию их жизнеспособности и устойчивости к неблагоприятным воздействиям городской среды. Существующие методы оценки, принятые для лесных насаждений, способных к саморегуляции, не вполне корректны для насаждений городских парков. Вследствие особенностей развития парковых насаждений в городской среде для принятия решения по их реконструкции, необходима разработка диагностических методов оценки древесных растений с учётом их общего биологического состояния.

Цель работы – обосновать методы исследования и на их основе оценить состояние и перспективы развития зелёных насаждений городских парков, уточнить показатели жизнестойкости и состояния древесных растений. Разработать методические рекомендации по предпроектному анализу территорий городских парков и созданию жизнестойких насаждений.

В соответствии с поставленной целью сформулированы следующие **основные задачи исследования**:

- 1) изучить состояние и особенности развития зелёных насаждений на территориях городских парков Москвы, включённых в исследование;
- 2) уточнить показатели состояния древесных растений, методы исследования и анализа натуральных данных;
- 3) оценить жизнестойкость структурообразующих видов древесных растений в условиях объектов исследования;
- 4) предложить методы диагностической оценки древесных растений в городских парках на первоначальном этапе работ по реконструкции насаждений.

Объекты исследования: зелёные насаждения городских парков «Черкизовский», «Берёзовая роща», «Дружбы», лесопарка «Покровское-Стрешнево»; **контроль:** парк ВНИИЛМ в городе Пушкино Московской области, сосняки и березняки Пушкинского учебно-опытного лесничества Правдинского лесхоза-техникума Московской области.

Научная новизна работы:

- 1) впервые даны результаты комплексных исследований состояния зелёных насаждений городских парков Москвы, включая физические и химические анализы почвы, морфолого-анатомические анализы хвои и листьев;
- 2) предложен способ определения состояния жизнестойкости деревьев в различных условиях произрастания на основе отдельной фиксации диагностических признаков;

- 3) установлена целесообразность использования показателя суммарной ответственности насаждения (F) для обобщённой оценки состояния участков парковых насаждений;
- 4) при изучении вопросов, связанных с функционированием ассимилирующих органов древесных растений, разработаны методы измерения площади листьев на основе средств компьютерной графики, которые позволяют сократить затраты времени в сравнении с традиционными методами измерения.

На защиту выносятся следующие основные положения:

- 1) Методика изучения состояния насаждений городских парков, включающая в себя стадии оценки состояния отдельных экземпляров деревьев, анализа динамики растительных сообществ, изучения условий произрастания и определения перспективности применения отдельных видов;
- 2) Методические рекомендации по предпроектному анализу территорий городских парков и созданию жизнестойких насаждений.

Практическая ценность и значимость работы заключается в том, что предложены методические рекомендации, включающие:

- способы оценки состояния жизнестойкости древесных растений в условиях конкретного местообитания, что позволяет изучить возможности и целесообразность их использования при восстановлении древесных насаждений в городских парках;
- методики диагностической оценки древесных растений, которые являются одним из значимых инструментов общей оценки территории городских парков при реконструкции насаждений и могут послужить основой для проведения экологического мониторинга в городской среде;
- метод определения площади листьев древесных растений, который может послужить для получения объективных результатов при постановке экспериментов, связанных с ростом и развитием растений в городской среде.

Достоверность полученных результатов и выводов исследования

Выводы и обобщения базируются как на собственных исследованиях, проведённых в 2005-2010 годах на основе современных биологических методик с использованием компьютерных программ для математической обработки экспериментального материала, так и на анализе ранее опубликованных материалов.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы докладывались на научно-технических конференциях МГУЛ (Москва, 2007, 2009), XII международной научно-практической конференции «Проблемы озеленения крупных городов» (Москва, 2009), международной конференции «Исторические ландшафты и современность» (Санкт-Петербург, 2009).

Публикации. Основные положения работы опубликованы в 6 научных статьях в период с 2007 по 2011 годы, в том числе 2 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Личный вклад. В основу работы легли результаты исследований с 2005 по 2010 годы, в том числе обследование зелёных насаждений Черкизовского

парка, проведённое в 2005 году в рамках разработки рабочего проекта благоустройства и формирования Черкизовского рекреационного природно-исторического комплекса. Автором составлены программа и методика исследований. Сбор полевого материала, постановка эксперимента и анализ полученных данных проведены диссертантом самостоятельно.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из общей характеристики работы, введения, 6 глав, выводов и рекомендаций для производства, списка использованной литературы и приложений. Основное содержание работы представлено на 136 страницах, включает 35 таблиц и 10 рисунков. Приложения представлены на 53 страницах, включают 6 таблиц и 39 рисунков и фотографий. Список использованной литературы включает 120 наименований, из них 9 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Состояние проблемы исследования и уровень её решения

Проведённый обзор тематической литературы, посвящённой оценке зелёных насаждений и объектов озеленения в городской среде, позволил выявить несколько основных подходов, направленных на определение рекреационного потенциала [Воробьёва, 1976; Рожков, 2001; Рожков, Романов, 1976; Рысин, Шаповалова, 2004], оценку санитарного состояния объектов, оценку архитектурно-эстетических качеств пейзажа [Тепляков, Фурсова, Агальцова 1991; Виноградова, Котелова, 1974; Осин, 1971; Лукьянец, 2010] и оценку жизнестойкости растений и их сообществ.

При анализе литературных данных нами были выявлены четыре шкалы для оценки состояния древесных растений [Санитарные правила в лесах Российской Федерации, 1998; Правила создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы, 2002; Кулагин, 1974; Magasi, Pendrel, Hurtle, 1994]. Причём шкала из «Правил создания, содержания и охраны зелёных насаждений городских парков Москвы», встречается и в ряде других печатных работ [Воронцов, Мозолевская, Соколова, 1991; Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке, 2007].

Все перечисленные шкалы по методу определения оценки можно отнести к морфологическим. Кроме морфологических можно выделить также анатомические и физиологические методы оценки состояния растений. Такие подходы используются в работах, направленных на определение влияния отдельных факторов и источников загрязнения, а так же здоровья среды [Турмухаметова, Шивцова, 2007; Опыт оценки здоровья окружающей среды в Москве по состоянию растений, 2001]. Однако анатомические и физиологические методы ограниченно применимы для оценки состояния городских насаждений, так как требуют наличия специальных аппаратных средств и высокой квалификации исполнителей [О качественном и количественном аспектах оценки состояния растений в городских зелёных насаждениях, 2000].

В ходе анализа литературных данных были выявлены расхождения мнений разных исследователей относительно жизнестойкости насаждений, а так же устойчивости различных видов в городских условиях. Например, в аналитическом докладе «Состояние зелёных насаждений в Москве по данным мониторинга...» [2002] указывается, что берёза повислая (*Betula pendula* Roth) является наиболее устойчивым из древесных видов города; по другим данным [Ситникова, 1990] этот же вид называется среднеустойчивым с баллом оценки 3,6, что существенно ниже, чем у наиболее устойчивого по данным того же исследователя клёна остролистного, средний балл состояния которого составляет 1,6.

Ещё одна проблема оценки заключается в том, что нередко древесные растения имеют признаки, указанные в общепринятой шкале [Правила создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы, 2002] для ослабленных, но не являются таковыми по существу. Например, цвет хвои сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) может зависеть от времени года [Физиология сосны обыкновенной, 1990].

Обзор литературных источников позволил выявить определённые недостатки существующих методик и связанные с ними противоречия в результатах исследований разных авторов.

Анализ проведённого обзора существующих методов оценки насаждений и их практического применения позволяет определить перспективные направления проработки этого вопроса. В частности, весьма актуальны уточнение количественных характеристик диагностических признаков, разработка методов оценки состояния насаждений на уровне сообществ для такого значимого типа объектов, как городские парки, а так же обоснование методики подбора ассортимента для реконструкции насаждений в условиях конкретных местообитаний.

Глава 2. Объекты исследования, программа и методика работ

2.1 Объекты исследования и характеристика природных условий

Исследования проводились в пределах Москвы и ближнего Подмосковья. Объектами исследования послужили зелёные насаждения парков «Черкизовский», «Берёзовая роща», «Дружбы», части лесопарка «Покровское-Стрешнево». Для контроля использовались насаждения парка ВНИИЛМ в городе Пушкино Московской области, а так же сосняки и березняки Пушкинского учебно-опытного лесничества Правдинского лесхоза-техникума Московской области. Кроме того, некоторые наблюдения проводились на других озеленённых территориях общего пользования в городе Москва.

2.2 Программа работ

В соответствии с поставленной целью была определена логическая схема исследований (рис. 2.2.1) и решались следующие задачи:

- 1) сбор аналитико-информативных данных о парках «Черкизовский», «Берёзовая роща», «Дружба» и ВНИИЛМ, а так же лесопарке «Покровское-Стрешнево». Маршрутное обследование сосняков и березняков сложных Пушкинского учебно-опытного лесничества с целью подбора контрольных объектов;



Рисунок 2.2.1 – Логическая схема исследований.

- 2) определение стадий рекреационной депрессии на территориях исследуемых объектов;
- 3) разработка дополнительных признаков оценки состояния изучаемых древесных пород для существующей шкалы «Правил...», а так же определение количественных характеристик некоторых используемых признаков;
- 4) подерёвное обследование, изучение особенностей роста и развития, причин ослабления насаждений сосны обыкновенной, берёзы повислой, липы мелколистной (*Tilia cordata* Mill.) и крупнолистной (*Tilia platyphyllus* Scop.), кленов остролистного (*Acer platanoides* L.) и ясенелистного (*Acer negundo* L.), ясени пенсильванского (*Fraxinus pubescens* L.) в городских парках Москвы. Закладка контрольных пробных площадей в парке ВНИИЛМ и в Пушкинском учебно-опытном лесничестве Правдинского лесхоза-техникума Московской области.
- 5) оценка жизнестойкости древесных пород в парках общего пользования;
- 6) разработка рекомендаций по предпроектному анализу и реконструкции зелёных насаждений городских парков.

2.3 Методика исследований

При обследовании зелёных насаждений парков и контрольных объектов стадии рекреационной депрессии определяли с учётом требований ОСТ 56-84-85 и 56-100-95.

Для обоснования методов оценки состояния с учётом уровня изученности и подхода к этому вопросу учитывалось пространственное размещение растений, возрастная структура и строение полога с измерением параметров кроны и некоторых других показателей. Производили пересчёт по ступеням толщины основных древесных видов на объектах исследования. После определения средних характеристик выборки проверяли соответствие фактического распределения теоретическому нормальному, а так же аналогичному распределению в естественных насаждениях (из литературных данных). Для определения достоверности различий между распределениями использовались критерии χ^2 и λ соответственно. Определяли среднюю высоту, возраст и состояние деревьев по ступеням толщины, включающим не менее 10% от всех учтённых экземпляров данного вида в парке, отмечая их состояния. По этим данным были построены графики хода роста, и рассчитаны теоретические значения высот для получения типов роста [Загребев, 1978] древесных видов деревьев в парковых насаждениях Москвы.

Описание роста и развития древесных растений разных видов по морфологическим признакам производили в соответствии с общими методиками, применяемыми в лесоводстве и лесной таксации, а так же с дифференциацией по признаку пространственного размещения растений. Объём измерений показателя рассчитывали, исходя из коэффициента вариации, который устанавливался экспериментально, и точности измерения: (3-5%). Дополнительно определяли диаметр и длину живой кроны деревьев с учётом прироста и состояния верхушечного побега.

Для уточнения количественных характеристик диагностических признаков состояния деревьев, а так же для обоснования особенностей их применения были изучены некоторые физиологические и биометрические показатели растений. Были проанализированы проявления таких признаков, как размеры листьев и хвои, величина прироста, цвет листьев и хвои, сохранность хвои сосны разных лет.

В рамках изучения проявлений признака цвета листовой пластинки у ослабленных деревьев в парковых насаждениях проводили опыты по измерению интенсивности транспирации, определению пигментного комплекса хвои и листьев и изучению некоторых анатомических структур ассимиляционного аппарата. Для определения этих параметров отбирались ослабленные деревья в городских парках, а так же растения тех же видов и близкого возраста без признаков ослабления на контрольных объектах. Ослабление при этом определялось визуально, с использованием шкалы из «Правил создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы». Интенсивность транспирации определяли по методике Л.А.Иванова [По: Карасёв, 2001] на срезанных веточках сосны и лиственных видов деревьев. При этом был разработан оригинальный метод определения площади поверхности собранных листьев позволяющий в 15-20 раз повысить производительность труда при определении этого показателя.

Для определения срока жизни и размеров хвои сосны обыкновенной в соответствии с методическими указаниями А.Я.Орлова [1980], А.А.Молчанова и

В.В.Смирнова [1967] с учётом экспозиции отбирались образцы побегов и световой хвои. Сбор образцов проводился после осеннего опадения хвои с апикальных и латеральных побегов деревьев всех доступных возрастных групп. Для собранных образцов хвои и побегов определялись следующие параметры: длина хвои, вес 100 хвоинок в воздушно-сухом состоянии, охвоённость (шт./см). Количество хвои в образце определяли исходя из величины коэффициента варьирования этого показателя, который был определён экспериментально, и точности измерений 3-5%.

Кроме того у деревьев сосны в возрасте 60-90 лет в парках Москвы и на контроле отбирались керны для анализа прироста по радиусу. При отборе кернов фиксировались размеры деревьев и особенности их пространственного размещения.

Состояние хвойных и лиственных деревьев в парках определяли по существующей шкале «Правил создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы» [2002], кроме того использовалась разработанная нами методика раздельной фиксации диагностических показателей. Дополнительно состояние деревьев рассматриваемых видов оценивали по шкале Ю.З. Кулагина [1974].

При обследовании насаждений фиксировались также некоторые дополнительные признаки. В частности, у берёзы повислой в зависимости от степени провисания ветвей кроны (слабая, при длине висящих вниз ветвей менее 1м и сильная – более 2м) учитывали количество деревьев с аномальными признаками деформации ветвей второго порядка, а для растений клёна остролистного, липы мелколистной и крупнолистной учитывали факт наличия развилки и её высоту.

На всех объектах исследований по общепринятой методике [Евдокимова, 1987] в конце апреля и начале мая закладывались почвенные разрезы и прикопки на расстоянии 1м от ствола и на границе проекции кроны дерева с отбором проб по генетическим горизонтам, в том числе из насыпного слоя в Черкизовском парке. Кроме того почвенным буром отбирались пробы с глубины 50см, 100см и 140 см. По отобранным пробам определяли физические (плотность, общая пористость и полевая влажность) и химические свойства почвы.

Учитывалась чистота воздуха, определяемая по реакции на загрязнение некоторых видов эпифитных лишайников [Жидков, 1998].

В течение вегетационного периода проводились наблюдения за изменением цвета хвои у деревьев сосны обыкновенной, растущих одиночно и в группах.

Для обоснования показателей жизнестойкости древесных видов учитывали: наличие и качество самосева; поросль от пня у лиственных; деформацию крылаток кленов и ясеня, качество плодов. Учитывали и измеряли параметры ветровальных деревьев и обломившихся при ветре сучьев.

Состояние трав газонов и травянистых покрытий естественного происхождения оценивали по соответствующей шкале «Правил создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы» [2002]. При изучении видового

состава травянистой растительности частоту встречаемости видов описывали по сокращённой 4-х балльной шкале Друде.

В ходе исследования были определены биометрические параметры более чем 6000 деревьев, общая площадь насаждений, включённых в исследование, составляет порядка 136 га.

Результаты исследований обработаны статистически с использованием программы Microsoft Excel. Достоверность результатов проверялась на 5% уровне значимости.

Глава 3. Характеристика условий произрастания

3.1 Климатические условия

В этом разделе приведена информация об основных климатических характеристиках Москвы и ближайшего Подмосковья. Указаны особенности температурного и ветрового режимов, распределения атмосферных осадков, а так же фотосинтетически активной радиации [Климат, погода, экология Москвы, 1995].

3.2 Видовой состав и пространственная структура древесных насаждений

В насаждениях объектов исследования представлены все основные типы парковых насаждений (ТПН), но при этом наибольшее количество деревьев произрастает в таких ТПН, как массив, аллея и групповая посадки. Проведённый ландшафтный анализ территорий объектов исследования позволил выявить на них все три ТПС – открытый, полукрытый и закрытый. Установлено, что значительная часть закрытого, а так же полукрытого ТПС формируется разреженными массивами с горизонтальной сомкнутостью от 0,3 до 0,8.

Видовой состав древесной растительности на рассматриваемых территориях в значительной степени совпадает, что связано, в том числе, и с принципом подбора объектов исследования. Хвойные виды древесных растений на всех объектах представлены в основном сосной обыкновенной, а так же единичными экземплярами елей. Преобладают в насаждениях исследуемых парков лиственные виды, такие как берёза повислая, липа мелколистная, липа крупнолистная, клён остролистный, клён ясенелистный и ясень пенсильванский. Другие лиственные, а так же хвойные виды встречаются в меньшем количестве и не на всех исследуемых территориях.

На всех исследуемых территориях встречаются как старовозрастные деревья, так и молодые посадки, что также позволяет проводить сравнение насаждений.

Выявлены определённые закономерности встречаемости различных видов древесных растений в зависимости от ТПН. Так, например, в аллейных посадках преобладают липы мелколистная и крупнолистная, клён остролистный и берёза повислая (парк «Дружбы»), а сосна обыкновенная в этом ТПН не встречается.

3.3 Рекреационная депрессия

В соответствии с методикой работы были определены стадии рекреационной депрессии территорий всех объектов исследования, а так же контрольных

объектов. При этом было установлено, что по состоянию на 2010 год территории всех объектов исследования относятся преимущественно к первой и второй стадиям, а контрольные объекты – к первой стадии рекреационной депрессии. Однако, до проведения работ по реконструкции и благоустройству территории Черкизовского парка в 2008 году некоторые участки парка, в том числе участок сосновой роши, относились к третьей стадии рекреационной депрессии.

3.4 Рельеф и почвы

Рельеф территорий всех объектов исследования и контрольных объектов преимущественно равнинный. На территориях двух из объектов исследования – парков «Дружбы» и «Черкизовского», есть водоёмы. При этом на большей части территорий всех объектов исследования, включая контрольные, глубина залегания первого горизонта грунтовых вод превышает 2 метра, исключение составляют только непосредственно прилегающие к водоёмам участки.

В соответствии с методикой работы были проведены исследования основных физических и химических свойств почв на всех исследуемых территориях. Результаты проведённых измерений (табл.3.1 – 3.3) позволяют говорить о сходстве почвенных условий на объектах исследования, а так же о неблагоприятных для древесных растений значениях плотности почвы в городских парках.

Таблица 3.1 – Физические свойства почв

Объект	Глубина, см	Плотность, г/см ³	Абсолютная влажность, %	Порозность, %
Черкизовский парк	5-8	1,39 ±0,03	19,85 ±1,15	43,90 ±1,10
	15-18	1,60 ±0,03	14,87 ±0,74	36,27 ±1,40
парк "Берёзовая роша"	5-8	1,29 ±0,03	22,50 ±1,51	46,62 ±2,47
	15-18	1,58 ±0,02	10,32 ±1,44	36,63 ±0,67
парк "Дружбы"	5-8	1,41 ±0,09	25,75 ±1,24	43,56 ±3,44
	15-18	1,52 ±0,08	20,37 ±1,87	39,79 ±3,04
лесопарк "Покровское-Стрешнево"	5-8	1,22 ±0,07	26,00 ±3,76	55,55 ±2,39
	15-18	1,50 ±0,08	12,93 ±2,08	43,98 ±2,09
контроль (парк ВНИИЛМ)	5-8	1,15 ±0,01	26,43 ±1,04	54,20 ±0,08
	15-18	1,53 ±0,05	18,85 ±0,75	37,65 ±3,15
контроль (Пушкинское лесничество)	5-8	1,11 ±0,06	29,93 ±1,50	55,73 ±2,22
	15-18	1,50 ±0,04	19,95 ±1,15	40,00 ±1,60

Таблица 3.2 – Водная и солевая кислотность почв

Объект	Глубина, см	pH (KCl)	pH (H ₂ O)
Черкизовский парк	5-8	5,63	6,74
	15-18	5,37	6,73
парк "Берёзовая роша"	5-8	5,37	6,41
	15-18	4,92	6,50
парк "Дружбы"	5-8	5,40	6,58
	15-18	3,94	5,78

Продолжение таблицы 3.2

Объект	Глубина, см	pH (KCl)	pH (H ₂ O)
лесопарк "Покровское-Стрешнево"	5-8	4,14	5,47
	15-18	3,84	5,13
контроль (парк ВНИИЛМ)	5-8	4,94	6,25
	15-18	5,93	7,39
контроль (Пушкинское лесничество)	5-8	3,41	4,65
	15-18	4,02	5,09

Таблица 3.3 – Содержание питательных веществ в почвах

Объект	Глубина, см	Гумус, %	Н аммонийный, мг/кг	Н нитратный, мг/кг	P, мг/кг	K, мг/кг
Черкизовский парк	5-8	3,2	0,32	0,07	>28	<4,4
	15-18	1,2	0,40	0,29	>28	<4,4
парк "Берёзовая роща"	5-8	2,5	0,41	0,50	>28	<4,4
	15-18	1,0	0,41	0,07	>28	<4,4
парк "Дружбы"	5-8	3,4	0,44	0,28	>28	<4,4
	15-18	1,0	0,53	0,12	16,20	<4,4
лесопарк "Покровское-Стрешнево"	5-8	1,8	0,20	0,02	3,41	<4,4
	15-18	1,2	0,42	0,10	3,50	<4,4

Глава 4. Обоснование и совершенствование подходов к оценке состояния древесных растений

При определении метода оценки древесных растений нами была поставлена задача получения данных, удобных для сопоставления с результатами исследований других авторов. Кроме того, требовалось снизить дисперсию оценок одного объекта разными экспертами. За основу были взяты 6-балльная шкала состояния деревьев из «Правил создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы» [2002], а так же шкала, предложенная Ю.З.Кулагиным [1974].

Для того, чтобы определить степень субъективности результатов при оценке состояния деревьев по стандартной шкале [Правила создания ... города Москвы, 2002] была собрана группа из пяти экспертов, которым предстояло независимо друг от друга определять состояние деревьев на одном и том же участке парковых насаждений. В число экспертов вошли как опытные специалисты, так и студенты пятого курса по специальности 250203 «Садово-парковое и ландшафтное строительство». Для эксперимента был выбран участок с аллеями посадками из клёна и липы и общей численностью деревьев в 124 штуки. Путём сравнения оценок разных экспертов было установлено, что в ряде случаев оценка одного экземпляра дерева может варьировать в пределах 1-2 баллов по стандартной шкале. Этот факт связан с тем, что каждой категории состояния в указанных выше шкалах сопоставлен некоторый набор диагностических при-

знаков. В реальных условиях почти не встречается экземпляров деревьев, у которых все проявления диагностических признаков соответствуют одной и той же категории состояния. Это и приводит к значительной субъективности выносимой оценки.

Для повышения объективности выносимой оценки нами была предложена раздельная форма записи диагностических показателей, а так же следующие математические формулы, позволяющие вычислять итоговую оценку состояния растений:

$$I_1 = (\sum(x_i f_i) + C) L_1 / M, \quad (4.1)$$

$$I_2 = 5 - I_1 \cdot 4 + L_2, \quad (4.2)$$

$$C = (\sum(x_i f_i)_{\min}) \cdot (-1) \quad (4.3)$$

$$M = \sum(x_i f_i)_{\max} + C \quad (4.4)$$

где: I_1 – относительная оценка жизнеспособности; I_2 – интегральная оценка в баллах стандартной шкалы; x_i – значение диагностического признака; f_i – вес диагностического признака; L_1 – логическое извлечение факта жизненности; L_2 – логическое извлечение факта сухостоя прошлых лет.

На первом этапе вычисляется относительная оценка жизнеспособности (I_1) в виде десятичной дроби, которую затем можно интерпретировать в баллах шкалы из «Правил...» [2002] с помощью формулы 4.2. Чтобы проверить эффективность предлагаемого метода, сравнили среднюю дисперсию оценок пяти разных экспертов для описанной ранее выборки объёмом в 124 дерева. При прямом использовании балльной оценки $\sigma_{\text{ср.}}^2 = 0,15 \pm 0,014$, тогда как при вычислении оценки $\sigma_{\text{ср.}}^2 = 0,07 \pm 0,009$, что говорит о достоверности различий на уровне значимости 1%.

Сформулированный выше подход позволяет использовать для оценки состояния деревьев различные наборы диагностических признаков. В связи с отсутствием количественных характеристик некоторых признаков (по известным шкалам) нами был изучен характер проявления и применимость таких диагностических признаков, как интенсивность цветения и плодоношения, величина текущего прироста по высоте, величина радиального прироста, цвет листьев и хвои.

Проанализирован ход радиального прироста деревьев сосны обыкновенной в возрасте 70-90 лет и диаметром 28-32 см (табл.4.1). Установлено, что в условиях Черкизовского парка прирост достоверно меньше, чем на контроле, однако ход изменения прироста в целом совпадает, а нормальной можно считать величину прироста, равную 4 мм/5 лет.

Таблица 4.1 – Радиальный прирост сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) в Черкизовском парке и на контроле

Варианты	Прирост по годам ($M \pm m_{\text{ср.}}$), мм							
	2009	2008	2007	2006	2005	1994	1983	1972
Контроль	0,9±0,08	1,2±0,05	1,4±0,07	1,5±0,05	0,9±0,06	0,4±0,05	1,0±0,05	0,2±0,05
Парк	0,6±0,05	0,7±0,05	0,8±0,06	1,0±0,06	0,9±0,05	0,3±0,05	0,9±0,05	0,3±0,05

Для определения нормальной величины прироста в высоту на основе собранных данных были составлены графики типов роста [Загреев, 1978] сосны обыкновенной и берёзы повислой и рассчитаны уравнения регрессии логарифмического типа (табл.4.2).

Таблица 4.2 – Уравнения типов роста сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.) и берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в парковых насаждениях Москвы

Вид, тип роста	Уравнение, где x – возраст, лет; y – высота дерева, м	Корреляционное отношение (R^2)
Сосна, 1	$y = 6,177 \ln(x) - 10,60$	$R^2 = 0,952$
Сосна, 2	$y = 6,016 \ln(x) - 11,48$	$R^2 = 0,957$
Сосна, 3	$y = 5,583 \ln(x) - 11,23$	$R^2 = 0,962$
Берёза, 1	$y = 6,736 \ln(x) - 10,29$	$R^2 = 0,936$
Берёза, 2	$y = 6,711 \ln(x) - 12,77$	$R^2 = 0,948$
Берёза, 3	$y = 5,818 \ln(x) - 11,53$	$R^2 = 0,942$

Использование для диагностики состояния такого признака, как цвет листьев в некоторых случаях может привести к ошибочным выводам. В частности по данным Н.Е. Судацковой и Г.И. Гирс [Физиология сосны обыкновенной, 1990] у разных экземпляров сосны обыкновенной сезонные изменения цвета хвои происходят неодинаково вне зависимости от состояния растений. Проведённые нами опыты по определению пигментного комплекса, параметров некоторых анатомических структур хвои и листьев, а так же интенсивности транспирации у сосны, берёзы и липы позволяют говорить о том, что ослабленные экземпляры деревьев в городских парках имеют менее насыщенную зелёную окраску листьев. Однако величина различий в цвете листьев между ослабленными растениями и их аналогами без признаков ослабления не велика, в том числе – на фоне естественного варьирования признака. В связи с этим представляется целесообразной фиксация только **значительного** пожелтения листового аппарата древесных растений, как признака ослабления. Такой подход позволит исключить ошибки при определении градации признака.

Для ускорения технологического процесса измерения площади листовых пластинок был разработан оригинальный способ измерения этого показателя. В основе разработанного способа лежит растровая компьютерная графика. Принцип, на котором основан способ, заключается в возможности представить растровое изображение в виде прямоугольной матрицы, каждой ячейке которой присвоено значение цвета в цветовом пространстве RGB. При условии, что анализируемое изображение – отсканированные листья, представлено в виде чёрно-белой «маски», среднее арифметическое значение всех ячеек матрицы по любому из трёх каналов цвета позволяет вычислить долю участия площади листьев в общей площади растра. Общая площадь растра при этом легко вычисляется как произведение его ширины на высоту. Так как чёрному цвету соответствует значение «0» по всем трём каналам, белому – «255», а итоговое значение среднего арифметического округляется до целых, разработанный способ позво-

ляет вычислить площадь одной или нескольких листовых пластинок с точностью до 1/510 части площади всего растра.

В качестве ещё одного диагностического признака для однодомных видов древесных растений можно использовать интенсивность цветения и плодоношения. Плотность связи этого признака с состоянием деревьев невелика ($r = (-0,37)$), поэтому его можно использовать только как дополнительный параметр, вместе с несколькими более надёжными показателями. В тоже время при оценке парковых насаждений интенсивность цветения древесных растений может рассматриваться и как признак эстетической привлекательности насаждения.

Глава 5. Система оценки пригодности видов для использования в условиях конкретного местопронрастания

С практической точки зрения важно иметь систему, позволяющую оценить степень пригодности того или иного вида древесных растений для использования в условиях отдельно взятого объекта ландшафтной архитектуры. При проектировании насаждений городских парков, безусловно, первостепенное значение имеет внешний вид растения, его габитус, текстура и цвет листвы, плотность кроны. Однако чтобы сделать выбор из нескольких схожих по вышеперечисленным параметрам видов древесных растений, важно оценить соответствие их биологических свойств условиям экотопа. Для получения количественной оценки такого соответствия нами была разработана следующая шкала (табл.5.1). Итоговая оценка при этом вычисляется по формуле:

$$A = \frac{\sum(x_i/x_{i \max})f_i}{\sum f_i} \quad (5.1)$$

где: A – обобщённая оценка, x_i – фактическое значение оценки по признаку, $x_{i \max}$ – максимально возможная оценка по признаку, f_i – вес признака.

Таблица 5.1 – Параметры для оценки потенциальной жизнестойкости вида в условиях конкретного объекта озеленения

Признак	Значения	Вес
Известные видовые особенности		
Характер корневой системы	Стержневая и поверхностная – 2 Только стержневая – 1 Только поверхностная – 0	2
Требовательность к гиротопу	Полное соответствие – 2 Неоптимальное сочетание – 1 Полное несоответствие – 0	3
Период регенерации листового аппарата	Один сезон или меньше – 2 Два сезона – 1 Более двух сезонов – 0	1-3 (в зависимости от размещения)
Требовательность к плодородию почв	Низкая – 2 Средняя – 1 Высокая – 0	1-3 (в зависимости от почвенных условий)
Соответствие кислотности почвы	Полное соответствие – 2 Неоптимальное сочетание – 1 Полное несоответствие – 0	3

Продолжение таблицы 5.1

Признак	Значения	Вес
Известные видовые особенности		
Ветроустойчивость	Высокая – 1	1-2 (в зависимости от размещения)
	Низкая – 0	
Локальные проявления устойчивости		
Наличие заражённых вредителями и болезнями экземпляров (серьёзные поражения)	Более 40% растений – 0	4
	От 10% до 40% растений – 1	
	До 10% растений – 2	
	Нет – 3	
Наличие вегетативного возобновления	Нет возобновления – 0	0-3 (в зависимости от вида)
	Есть возобновление – 1	
Наличие семенного возобновления	Нет – 0	4
	Только цветение – 1	
	Есть всхожие семена – 2 Есть возобновление – 3	

Глава 6. Результаты обследования насаждений городских парков

Обследование состояния древесных насаждений исследуемых парков, проведённое в соответствии с методикой работы и дополнениями, представленными в главе 4 позволило установить средние баллы состояния основных видов древесных растений в разных ТПН. Наиболее интересные результаты приведены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты оценки состояния насаждений городских парков

ТПН	Вид	Средняя оценка по формуле (4.2)	Средний балл по шкале Ю.З. Кулагина	Возраст, лет
Аллея	Клён остролистный	2,19	2,79	40-45
	Липа мелколистная	2,29	2,90	40-45
	Липа крупнолистная	1,62	1,56	40-45
Массив	Клён остролистный	2,00	0,94	35-45
	Берёза повислая	2,48	1,41	20-85
Изреженный массив	Берёза повислая	2,07	1,48	40-85
	Сосна обыкновенная	1,90	0,32	80-100
Изреженный массив (распадающийся)	Берёза повислая	2,46	1,28	60-85

Отмечено, что наихудший средний балл состояния по шкале Кулагина определён у деревьев липы мелколистной в аллеиных посадках Черкизовского парка. Причём растения липы крупнолистной и клёна остролистного того же возраста в аналогичных условиях имеют существенно лучшие показатели состояния.

На основании проведённого перечёта для некоторых участков были составлены распределения деревьев одного вида по ступеням толщины. На основе эмпирического распределения деревьев сосны обыкновенной в сосновой ро-

ше Черкизовского парка были рассчитаны теоретические значения частот классов [Плохинский, 1970], а так же подобрано по литературным данным [Орлов, 1926] аналогичное распределение в лесных насаждениях. Проведённый анализ и сравнение распределений по критериям χ^2 и λ позволяют говорить об отсутствии достоверных на 5% уровне значимости различий между ними. Это даёт возможность применить для анализа древостоя некоторые методы, известные в лесном хозяйстве, в частности – анализ состояния насаждения по характеру отпада [Стороженко, 2007].

На другом важном участке Черкизовского парка – в берёзовой роще было выявлено наличие трёх дискретных поколений берёзы повислой (табл. 6.2), что позволяет говорить о существенной разновозрастности этого насаждения, а так же о том, что на протяжении последних 40-50 лет периодически формировались необходимые условия для естественного возобновления данного вида.

Таблица 6.2 – Таксационные показатели поколений берёзы повислой (*Betula pendula* Roth.) в одноимённой роще Черкизовского парка

Поколение	Средний возраст	Средняя высота, м	Средний диаметр стволов, см	Ступени толщины (минимум-максимум), см	Бонитет
1	25	11,5	14,5	4-28	2
2	45	16,5	27,6	20-40	2
3	70	19,5	50,3	32-72	3

Проведённый нами анализ характера отпада позволил несколько скорректировать представление о тенденциях развития состояния насаждений, сформированное на основе усреднённых оценок состояния деревьев. В частности, насаждения берёзы повислой и сосны обыкновенной на трёх участках массива (табл. 6.1) имеют близкие значения среднего балла состояния, однако только изреженный березняк со средним баллом состояния 2,46 (табл. 6.1) по стандартной 6-ти балльной шкале находится в стадии распада и требует срочной замены. Этот вывод сделан на основании того, что в указанном насаждении наблюдается отпад наиболее крупных экземпляров деревьев, тогда как в двух других погибают, а так же находятся в сильно угнетённом состоянии деревья из низших ступеней толщины.

На основании полученных данных установлено, что для оценки состояния насаждения в целом необходимо использовать параметр, позволяющий учесть как средние состояния деревьев разных ступеней толщины, так и долю участия разных ступеней толщины в насаждении. Из числа параметров, встречаемых нами при обзоре тематической литературы, в наибольшей степени предъявляемым требованиям отвечает индекс состояния насаждений [Воронцов, Мозолева, Соколова, 1991].

При этом в контексте оценки состояния насаждений таких объектов ландшафтной архитектуры, как городские парки, индекс состояния (I_s) имеет один недостаток – значения этого показателя при прочих равных находятся в прямой зависимости от полноты насаждения. Применительно к насаждениям

городских парков высокая полнота насаждений не может рассматриваться, как однозначно положительная характеристика в связи с тем, что максимальный эстетический эффект парковых насаждений достигается при сочетании различных ТПС, и, следовательно, при полноте насаждения порядка 0,5-0,6. Однако такие значения полноты автоматически приводят к снижению показателя I_s . На основании этого мы пришли к выводу, что наиболее подходящим критерием для оценки состояния насаждений городских парков является суммарная охвоенность (олиствённость) насаждения F , которая используется и при вычислении индекса состояния насаждений [Воронцов, Мозолевская, Соколова, 1991].

Установлено, что появление диагностических признаков ослабления древесных растений в значительной степени связано с качеством проводимых работ по уходу за насаждениями. В частности, нами фиксировались последствия неправильно проведённой обрезки ветвей у липы и клёна. Особенно распространён этот тип повреждений в аллеиных посадках (Черкизовского парка), где количество повреждённых деревьев липы составило 29% от общего числа.

Установлено, что в травянистой растительности на большей части территории объектов исследования преобладают злаковые виды, такие как Овсяница красная (*Festuca rubra* L.) и Мятлик луговой (*Poa pratense* L.). При этом в меньших, но всё же значительных количествах, в травянистом покрове парков присутствуют и другие виды трав, в том числе красивоцветущие виды и медоносы. Однако от 80 до 100% газонных покрытий на территории объектов исследования содержится как газоны «обыкновенные», что выражается в регулярном скашивании травостоя. Такой режим содержания делает невозможным нормальное развитие и цветение многих травянистых растений. Последний факт, вместе с сокращением числа полезных и декоративных насекомых, которое отмечается большинством опрошенных посетителей парков, говорит о целесообразности перевода части газонных покрытий из категории обыкновенных в категорию луговых и разнотравных.

В соответствии с изложенными в главе 5 принципами оценки пригодности видов для использования в условиях конкретного местообитания, а так же на основе проведённых почвенных изысканий проведён анализ перспективности использования некоторых видов древесных растений на объектах исследования (табл.6.3).

Таблица 6.3 – Пригодность видов для использования в условиях конкретного местообитания

Парк	Оценка пригодности вида				
	Сосна обыкновенная	Берёза повислая	Липа мелколистная	Липа крупнолистная	Клён остролистный
«Черкизовский»	0,84*	0,71*	0,51	0,67	0,72
«Берёзовая роща»	0,83	0,79	0,55	0,67	0,72
«Дружбы»	0,75	0,89	0,48	0,61	0,71

* - в центральной части парка, на удалении от автодорог

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Выявлены особенности состояния и развития насаждений городских парков, в частности – сообщества сосны обыкновенной в парках «Черкизовский» и «Берёзовая роща» по структуре разновозрастные, что обуславливает возможность использования разновозрастного посадочного материала при реконструкции насаждений.
2. Установлено, что ослабление насаждений городских парков обусловлено не только нарастающими антропогенными нагрузками, но и несоответствием биологических свойств видов древесных растений (липа мелколистная и клён остролистный) почвенно-гидрологическим условиям местности.
3. Уточнены количественные характеристики некоторых диагностических признаков состояния деревьев: для определения нормальной величины текущего прироста по высоте разработаны типы роста сосны обыкновенной и берёзы повислой в парковых насаждениях Москвы; установлена нормальная величина радиального прироста деревьев сосны обыкновенной в возрасте 70-100 лет в насаждениях городских парков на супесчаных почвах, равная 4мм за 5 лет.
4. Анализ некоторых анатомических и физиологических параметров хвои и листьев показал, что у ослабленных деревьев более толстая кутикула, а устьица деформированы частичками пыли, что вызывает снижение интенсивности транспирации и изменение соотношения пигментов. Таким образом, очевидно влияние ослабляющих факторов городской среды на диагностический признак цвета листьев, однако использование этого признака для диагностики 2, а иногда и 3 категории состояния затруднительно, в связи со сложностью визуального определения различий, а так же индивидуальной изменчивостью древесных растений;
5. На основе результатов исследований и литературных данных предложены дополнительные признаки оценки состояния древесных растений и шкала оценки пригодности видов древесных растений для использования в условиях конкретного местообитания.
6. Предложенные методы оценки насаждений и результаты их применения позволяют выйти на современный уровень рекомендаций по реконструкции насаждений в городских парках, включающих в себя реконструкцию куртин и массивов путём создания древесно-кустарниковых групп; использование разновозрастного посадочного материала для повышения устойчивости насаждений и сглаживания дискретности поколений; замещение менее устойчивых видов (липа мелколистная) более устойчивыми аналогами (липа крупнолистная); организацию семенного размножения растений с парковых территорий для последующей подсадки; перевод газонов в удалённых от автодорог частях парков из категории обыкновенных в категорию луговых.

Для практического использования предлагаются:

- методические рекомендации по предпроектному анализу территорий городских парков и созданию жизнестойких насаждений;
- алгоритм вычисления оценки состояния растений в баллах стандартной шкалы из «Правил создания, содержания и охраны зелёных насаждений города Москвы» [2002] на основе дифференцированной фиксации диагностических показателей;
- количественные характеристики некоторых диагностических признаков состояния деревьев сосны обыкновенной и берёзы повислой;
- способ определения площади поверхности листьев при измерении транспирации и учёте фитомассы растений, основанный на использовании растровой компьютерной графики и позволяющий в 15-20 раз повысить производительность труда;
- способ оценки пригодности видов деревьев для использования в условиях конкретных объектов озеленения.

По материалам диссертации опубликованы следующие работы:

1. Ерзин, И.В. Анализ состояния зелёных насаждений Черкизовского парка // Основные направления научно-педагогической деятельности факультета ландшафтной архитектуры: научные труды. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – вып. 339. – с. 48-53.
2. Ерзин, И.В. Поиск путей сохранения сосновых насаждений в парках московского региона в условиях возрастающих рекреационных нагрузок // Основные направления научно-педагогической деятельности факультета ландшафтной архитектуры: научные труды. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2009. – вып. 344. – с. 111-113.
3. Теодоронский, В.С., Ерзин, И.В., Теодоронская, М.В. Черкизовский парк: из прошлого в настоящее // Проблемы озеленения крупных городов. Материалы XII Международной научно-практической конференции. – М.: 2009. – с. 207-213.
4. Теодоронский, В.С., Теодоронская, М.В., Ерзин, И.В. О реконструкции Черкизовского парка как памятника исторического наследия // Исторические ландшафты и современность: материалы международной конференции. – СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2009. – с.164.
5. Ерзин, И.В. О некоторых показателях для оценки состояния сосны обыкновенной в городских парках Москвы // Лесное хозяйство. – М., 2010. – №6. – с. 28-29. (Входит в перечень ВАК)
6. Ерзин, И.В. Использование дифференцированной записи показателей для оценки состояния древесных растений в городских парках [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №66(02). – Шифр Информрегистра: 0421100012/0058. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/20.pdf> (дата обращения: 24.09.2011). (Входит в перечень ВАК)

Подписано в печать: 11.10.11
Тираж: 100 экз. Заказ № 3795
Отпечатано в типографии «Реглет»
119526, г. Москва, ул. Фридриха Энгельса, д. 3/5, стр. 2
(495) 661-60-89; www.reglet.ru