

На правах рукописи



Агафонова Александра Леонидовна

Влияние экологических факторов на
рост и развитие липы мелколистной в г.
Екатеринбурге

06.03.03 - Агролесомелиорация, защитное лесоразведение и озеленение населенных пунктов, лесные пожары и борьба с ними

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Екатеринбург - 2011

Работа выполнена в ГОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Аткина Людмила Ивановна;

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук,
доцент Кожевников Алексей Петрович;
кандидат биологических наук
Гурская Марина Анатольевна

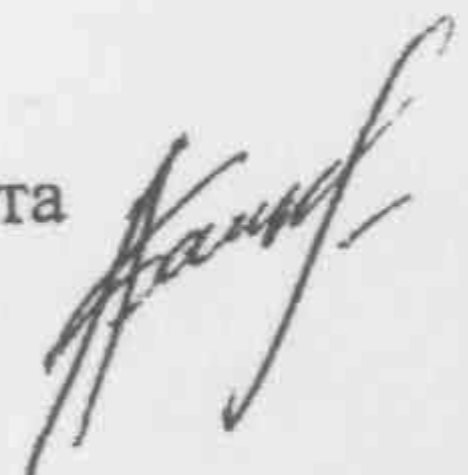
Ведущая организация: ФГОУ ВПО «Омский государственный
аграрный университет»

Защита диссертации состоится 26 мая 2011 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.281.01 при Уральском государственном лесотехническом университете по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 36, ауд. 320.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уральского государственного лесотехнического университета.

Автореферат разослан 22 апреля 2011 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат сельскохозяйственных наук



А.В. Бачурина

Введение

Актуальность темы. Екатеринбург относится к категории крупнейших городов с населением более 1 млн. человек, проживающих на территории около 500 км². Мероприятия по озеленению и благоустройству населенных мест являются определяющими в вопросах качества жизни городской среды.

Наиболее остро стоит вопрос озеленения городских улиц, которые занимают значительную часть площади. На них выходят фасады жилых и общественных зданий, они связывают районы в единую градостроительную систему сетью транзитных транспортных и пешеходных маршрутов. Городское население проводит на улицах достаточно много времени (Лунц, 1952). В связи с этим одной из важнейших градостроительных задач является выбор типа посадок и подбор ассортимента, которые зависят от функционального назначения: защиты пешеходов и помещений от чрезмерной инсоляции, пыли, ветра, создания определённого стилистического облика улицы или решения планировочных задач.

Липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.) – один из самых популярных видов в озеленении г. Екатеринбурга. В настоящее время в результате плановой реконструкции насаждений в центре города липа мелколистная вытесняет традиционные тополь бальзамический, яблоню ягодную, клён ясенелистный. Вместе с этим вопрос применения данного вида для озеленения городов Среднего Урала остаётся не изученным. Недостаточно наблюдений изменений морфометрических показателей посадок и отдельных деревьев липы мелколистной с возрастом, нет данных влияния схемы и типа посадки на санитарное и декоративное состояние, не установлено влияние пространственной организации городской застройки на успешность произрастания данного вида.

Цель и задачи исследований. Цель работы – исследовать состояние посадок липы мелколистной на улицах г. Екатеринбурга и выявить факторы, оказывающие влияние на рост и развитие деревьев этого вида.

Для достижения заявленной цели исследования были поставлены следующие задачи:

- 1) провести инвентаризацию посадок липы мелколистной на улицах и в двух парках г. Екатеринбурга;
- 2) изучить возможность использования флуктуирующей асимметрии листьев липы мелколистной для фитомониторинга;
- 3) выявить наиболее благоприятные условия для произрастания и использования липы мелколистной в городских посадках.

Научная новизна исследований. Впервые проведено детальное обследование посадок липы мелколистной на северо-восточной границе ареала в условиях крупного города: дана оценка морфометрических характеристик липы мелколистной, произрастающей в различных типах посадок в разных районах г. Екатеринбурга; изучено влияние схемы и типа посадки на рост

деревьев липы мелколистной и поражение стволов морозобойными трещинами; выявлена связь флуктуирующей асимметрии листьев с качеством среды; исследовано влияние температуры воздуха на радиальный прирост стволов липы мелколистной.

Практическая значимость работы. Результаты диссертационного исследования могут быть использованы при разработке практических рекомендаций по ведению зелёного хозяйства в городах Среднего Урала, проведении фитомониторинга, преподавании в вузах таких учебных курсов, как дендрология, урбоэкология и ландшафтная архитектура.

Обоснованность, достоверность результатов исследований. Обоснованность результатов обеспечена большим объемом собранных данных, полученных согласно общепринятым рекомендациям и методикам.

Защищаемые положения:

1) схема и тип посадок липы мелколистной оказывают влияние на её морфометрические характеристики и образование морозобойных трещин на стволах деревьев;

2) флуктуирующая асимметрия листа может быть использована для мониторинга условий урбанизированной среды;

3) в условиях города раннее наступление положительных температур в апреле и последующие возвраты холодов в апреле-мае ведут к общему снижению величины годичного радиального прироста липы мелколистной;

4) при невозможности использования модельных деревьев в условиях города перспективным способом определения динамики прироста стволов липы по высоте является привлечение фотодокументов прошлых лет.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований доложены на международных «Экологические проблемы. Взгляд в будущее» (Ростов-на-Дону, 2008), «Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса в рамках концепции 2020» (Екатеринбург, 2009), «Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий» (Чита, 2009), «Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство: современные проблемы» (Воронеж, 2009) и Всероссийских «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России» (Екатеринбург, 2008; 2009; 2010), «Экология от южных гор до северных морей» (Екатеринбург, 2010) конференциях.

Личный вклад диссертанта. Автор принимал непосредственное участие в планировании исследований, выполнил сбор значительной части материалов, их камеральную и лабораторную обработку, сформулировал выводы.

Публикации. Результаты исследований опубликованы в 12 научных работах, в том числе в 2 статьях изданий, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, 9 глав, заключения, списка литературы из 146 наименований (в том числе 31

на иностранных языках) и 17 приложений. Текст изложен на 115 страницах, иллюстрирован 21 рисунком и сопровождается 12 таблицами.

Глава 1. Природно-экологические условия

1.1. Рельеф и почва

Территория г. Екатеринбурга располагается в восточных предгорьях Среднего Урала и Зауральской складчатой возвышенности. В основном рельеф города характеризуется выровненной поверхностью (Архипова, 2001). Большую часть города составляют так называемые насыпные и перемещённые почвы и почвогрунты (Урал и экология, 2001).

1.2. Климат и температурный режим

Климат г. Екатеринбурга умеренно-континентальный. Частую смену погодных условий диктует Уральский хребет, на восточном склоне которого расположен город, служит естественной преградой господствующему западному переносу воздушных масс (Архипова, 2001).

1.3. Древесная растительность в условиях городской среды

Комплекс антропогенного воздействия на растения в городской среде во многом обусловлен местом его произрастания. Для уличных посадок важную роль играет удаленность от магистрали (Суслов, 2011). Сильное влияние на рост и развитие растений оказывает атмосферное и почвенное загрязнение, а также изменение структуры почвы в урбосреде (Вишнякова, 2009).

Глава 2. Ареал и условия произрастания липы мелколистной

Род липа экологически гибок – распространен в умеренном поясе Северного полушария, а также встречается в тропическом поясе (Лесная энциклопедия, 1986; Чибилёв, 1996; Сёмкина и др., 1998; Габдрахимов, Исаев, 1999; Котов и др., 1997; Валеева, Глазунов, 2009). В нашей стране и Европе широко распространен в естественных лесных насаждениях, где установлена межвидовая гибридизация (Wicksell, 1999; Fromm, 1999). Искусственные парковые, лесопарковые и уличные посадки имеют продолжительность жизни не более 150 лет, отличаясь и сроками вегетации (Макеева, 1982; Грибкова, Фоломкина, 2006). К почвам липа мелколистая довольно требовательна (мегатроф), хотя легко мирится с бедными (Кочановский, 1993; Куропий, 1955; Сорокин, 2006; Мартынов, 2008; Дегтярева, 2001). Липа дает достаточно чуткий отклик на изменение концентрации питательных веществ изменением морфометрических параметров (Рахтеенко, 1963; Senyuk, 1999; Дегтярева, 2001; Тимофеев, 1955; Духина, 1998; Ловчий и др., 2007; Рысин и др., 1999).

Глава 3. Программа и методика исследований

3.1. Программа работ

Цель работы: выявление основных факторов влияния урбанизированной среды на рост и развитие липы мелколистной в г. Екатеринбурге. В соответствии с целью исследований была разработана следующая программа работ:

1. Обзор научной литературы по вопросу изучения особенностей городского озеленения и использования для этих целей липы мелколистной.

2. Природно-климатическая и экологическая характеристика городской среды Екатеринбурга.

3. Подеревная инвентаризация уличных посадок липы мелколистной во всех районах города с учетом особенностей условий произрастания.

4. Изучение морфологических характеристик листьев липы мелколистной в уличных и парковых посадках г. Екатеринбурга методом расчета: флуктуирующей асимметрии листа, соотношения длин черешка и центральной жилки.

5. Выявление и описание морозобойных трещин на стволах липы мелколистной в уличных и парковых посадках г. Екатеринбурга.

6. Анализ древесно-кольцевых хронологий.

3.2. Методика исследований и объём выполненных работ

Для исследований были выбраны 18 объектов, рассредоточенных по всей территории г. Екатеринбурга. Из их числа 15 объектов представляют собой уличные посадки, 3 – насаждения в глубине парков.

3.2.1. Методика проведения инвентаризации посадок липы мелколистной

В рамках данной работы была проведена подеревная инвентаризация 3432 деревьев липы мелколистной. За основу взята «Методика инвентаризации городских зелёных насаждений» (Методика..., 1997).

3.2.2. Методика определения флуктуирующей асимметрии листа липы мелколистной для фитомониторинга

Для исследования липы мелколистной в качестве биоиндикатора, экологического состояния среды г. Екатеринбурга, нами использовалась методология оценки здоровья среды, разработанная Центром экологической политики России (г. Москва), основанная на расчёте флуктуирующей асимметрии листьев растений (Распоряжение..., 2003).

3.2.3. Методика исследований длин центральной жилки и черешка у листьев липы мелколистной

Данные снимались при помощи нити и линейки с ценой деления в 1 мм. Выполнены следующие вычисления: отношение длины центральной жилки к длине черешка; длина черешка (%) от суммы длин черешка и центральной жилки; средние показатели длины черешка (мм) для каждого объекта соотнесены со средним значением асимметрии листа.

3.2.4. Методика определения динамики прироста липы мелколистной в высоту с использованием архивных фотодокументов

С помощью фотофиксации объектов в разные годы был высчитан прирост деревьев липы мелколистной в высоту за различные периоды. Высота деревьев на современных фотографиях отмечалась согласно прямым измерениям. А высота на исторических фотографиях в большинстве случаев вычислялась относительно объектов располагающихся в непосред-

ственной близости от дерева в соответствии с законами линейной перспективы построением фокальных линий по вершинам и основаниям деревьев. Далее высота определённого дерева вычислялась через свойства подобных треугольников.

3.2.5. Методика сбора и получения древесно-кольцевой информации о деревьях липы мелколистной

Для отбора образцов древесины использовался возрастной буров Престлера, при помощи которого на высоте 0,3-0,4 м перпендикулярно продольной оси стволов высверливались радиальные керны древесины диаметром 4-5 мм по 1 или 2 радиусам по случайному направлению относительно сторон света, так, чтобы буров прошёл через сердцевинное кольцо или вблизи от него. Отбор деревьев для данного вида обследования проводился визуально при общем осмотре посадок. При этом обследованию сопутствовал некоторый элемент случайности, что практически исключило предвзятость при оценке результатов. В качестве материала для анализа были взяты 94 керна от 60 деревьев с 4 улиц разных районов г. Екатеринбурга – исследованию подверглись 15 деревьев с улиц Инженерной, Горького, просп. Ленина, бульв. Культуры.

Во время сбора образцов отмечалось наличие/отсутствие гнили, интенсивность поражения ею (автором принята шкала: 1 – точечная, 2 – слабая, 3 – средняя, 4 – сильная, 5 – очень сильная).

Обработка образцов, а также анализ полученной информации осуществлялись согласно методическому пособию под редакцией Шиятова С.Г. и Ваганова Е.А. (Шиятов и др., 2000) на установке LINTAB 3 с программным пакетом TSAP (Rinn, 1996). Перекрестная датировка хронологий выполнена в программах TSAP и COFECNA (Lough, Holmes, 1994).

Глава 4. Характеристика объектов исследования

В ходе работы исследовано 3432 дерева различных возрастных групп, расположенные во всех семи административных районах г. Екатеринбурга. По результатам визуального обследования городских посадок видно, что липа мелколистная произрастает на многочисленных объектах различного назначения от общедоступных городских парков до насаждений на территории промышленных предприятий (табл. 1).

Возраст изученных деревьев липы на объектах колеблется от 5 до 113 лет. Высота ствола колеблется от 0,8-1,5 до 25 м, штамба – от 0,7 до 9 м, 200 деревьев фактически не имеют очищенного штамба, что является показателем недостаточного ухода. Диаметр ствола варьирует в пределах от 1-2 до 59 см в зависимости от возраста, а диаметр кроны (ещё и от стрижки) в пределах 0,4-14 м.

Несмотря на то, что липа мелколистная, произрастающая в г. Екатеринбурге, находится на северо-восточном пределе своего естественного ареала, в городском озеленении она применяется достаточно успешно уже более века.

Таблица 1. Характеристика объектов исследования

| № | Название объекта | Количество деревьев, шт. | Площадь питания 1-го дерева, м ² | Средний возраст, лет | Тип и схема посадки ¹ |
|--------------------------------|---|--------------------------|---|----------------------|----------------------------------|
| Верх-Исетский район | | | | | |
| 1 | Верх-Исетский бульвар | 63 | 61,7 | 15 | О, И5 |
| 2 | ул. 8 Марта (от просп. Ленина до ул. Ельцина) | 76 | 32,9 | 50 | Д, 3,5×5 |
| Железнодорожный район | | | | | |
| 3 | ул. Челюскинцев | 77 | 62,8 | 45 | О, И5,5 |
| 4 | парк СК «Динамо» | 100 | 37,8 | 50 | О, И4; Д4×4,5 |
| Кировский район | | | | | |
| 5 | пр. Ленина (от ул. Восточной до ул. Мира) | 150 | 18 | 55 | Д 4×4,5 |
| 6 | Ул. Первомайская (от ул. Восточной до ул. Студенческой) | 964 | 16 | 30 | О, И4 |
| 7 | Харитоновский сад | 379 | 20,3 | 57 | М |
| Ленинский район | | | | | |
| 8 | ул. 8 Марта (от ул. Куйбышева до просп. Ленина) | 66 | 27,5 | 25 | О, И5,5 |
| 9 | ул. Горького (от просп. Ленина до ул. Малышева) | 55 | 28,3 | 49,9 | О, И3,5 |
| 10 | пр. Ленина (от ул. Горького до ул. К. Либкнехта) | 45 | 1 | 30 | О, И4 |
| Октябрьский район | | | | | |
| 11 | ул. Куйбышева (от ул. Белинского до ул. Луначарского) | 24 | 35 | 55 | О, И5,5 |
| 12 | ЦПКиО им. Маяковского | 107 | 16,5 | 60 | О, И5,5 |
| Орджоникидзевский район | | | | | |
| 13 | бульв. Культуры | 420 | 15 | 48,8 | Д 4×2,5 |
| 14 | ул. Машиностроителей | 205 | 0,7 | 50 | О, И5,5 |
| 15 | пр. Орджоникидзе | 479 | 18 | 60 | О, И4,5; Д 4,5×4 |
| Чкаловский район | | | | | |
| 16 | ул. Инженерная (от ул. Грибоедова до ул. Альпинистов) | 70 | 42,9 | 29,9 | О, И5 |
| 17 | ул. Шварца | 52 | 40,3 | 15 | О, И5,5 |
| 18 | Калиновский лесопарк | 100 | не уст. | не уст. | М |
| Всего деревьев | | 3432 | | | |
| В среднем по объектам | | | 28 | 41 | |

Глава 5. Морфология и состояние насаждений липы мелколистной в г. Екатеринбурге

Растения в городской среде подвергаются воздействию целого комплекса неблагоприятных факторов, причем лиственные виды повреждаются в большей степени, нежели хвойные. В наиболее сложных условиях на-

¹ О – однорядная, Д – двурядная, М – массив, И – интервал, м.

ходятся деревья, произрастающие вдоль городских транспортных магистралей (Wolski, 1999; Габдрахимов, 2000; Булыгин, 1998; Wessels, 1998, Лаврова, 2009, Dujesiefken, 2000; Полякова, 2001; Шихова, 2001) и зачастую требует мер по частичной или полной реконструкции (Братчикова, 1998; Макеева, 1982, Добротворская, 1998; (Wojtatowicz, 1999; Wolski, 1999; Schuiz, 2000; Wang-xiao-jun, 2001; Jiang Youxu, 2001; Мозолевская и др., 1998; Агальцова, Крылова, 1999; Шарапа, 2001; Лебедева, 1986; Пентелькина, 2008; Свиридов, 1999; Медведева, 1998).

Анализ исторических документов показывает, что липа мелколиственная используется в озеленении г. Екатеринбурга практически с момента его создания – 18-19 вв. (Букин, Пискунов, 1982).

5.1. Возраст посадок липы мелколистной

На период исследований средний возраст этих посадок по городу составил около 40 лет. Для снижения возможной ошибки при визуальном определении возраста деревьев объединялись в возрастные группы по 20 лет. Распределение по возрастным группам показало, что: 48,1% приходится на возраст от 21 до 40 лет, 22,8 – на 41-60-летние деревья, 16,3 – молодые 5-20-летние деревья, и 12,8 – деревья в возрасте от 61 и более лет.

5.2. Высота липы мелколистной

Почти половина исследованных деревьев (47,7%) имеют высоту в пределах 11-15 м, 26,3% деревьев достигают высоты 16-20 м, 13,7% – деревья 5-10 м, и самые малые доли приходятся на деревья высотой до 5 м (7,6%) и 21-25 м (4,7%).

5.3. Диаметр стволов липы мелколистной

Средний показатель диаметра ствола на изученных объектах – 26 см. Наиболее широко представлена тридцатисантиметровая ступень, и составляет более 20 % всех деревьев. Менее 1% деревьев имеют диаметр ствола в свыше 52см, максимальный диаметр 60 см отмечен у единичных экземпляров.

5.4. Диаметр крон деревьев липы мелколистной

Средний показатель диаметра кроны составляет около 5 м. Более половины (52,5%) составляют деревья с диаметром кроны от 1 до 4 м, на втором месте (40,0%) – от 5 до 8 м, 7,3% – около 9-10 м. Отдельные многоствольные экземпляры (аналог букетной посадки) формируют крону диаметром 12-13 м.

5.5. Санитарное состояние насаждений липы мелколистной

В среднем санитарное состояние исследованных деревьев оценивается в 2 балла. Причём 37% деревьев имеют высший балл санитарного состояния, 2 балла имеют 24%, 3 балла – 33%, 4 балла – 6%, сухостойных деревьев (5 и 6 баллов) набралось менее 1%. Высокая эстетическая ценность отмечена у 54 % исследованных экземпляров липы, средняя – у 33% и низкая – у 13%.

5.6. Связь диаметра стволов и диаметра крон деревьев липы мелколистной с возрастом

Определены коэффициенты корреляции между показателями возраста и диаметра ствола: средний для всех объектов и для каждого объекта в отдельности (табл. 2).

Таблица 2. Коэффициент корреляции между показателями возраста и диаметром ствола у липы мелколистной

| Название объекта | Средний возраст, лет | Средний диаметр на высоте 1,3 м, см | Коэффициент корреляции |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------------|------------------------|
| ул. Инженерная | 24,1 | 22 | 0,68 |
| пр. Ленина | 57,8 | 35 | 0,21 |
| бульв. Культуры | 60,1 | 33 | 0,35 |
| ул. Горького | 65,6 | 32 | 0,25 |
| Средний (по всем образцам) | | | 0,54 |

Эти данные являются основанием предположить, что зависимость диаметра ствола от возраста более значима для деревьев в раннем возрасте (до 25 лет).

Выявлена связь между диаметром ствола и возрастом дерева, имеющая вид логарифмической кривой. Для минимизации влияния схемы и типа посадок, все деревья были разделены на 3 группы в зависимости от типа посадок: 1 – однорядные, 2 – двурядные и 3 – групповые посадки (рис. 1). Установлено, что в возрасте до 12 лет диаметр в среднем одинаков у деревьев в 1-й и 2-й групп. Позднее показатели диаметра стволов 2-й группы всё больше снижаются по сравнению с аналогичными показателями 1-й группы деревьев.

В результате анализа динамики возрастного изменения диаметра кроны липы в городских посадках выявлена схожая тенденция, что и по диаметру ствола (рис. 2). У деревьев 1-й и 2-й групп отмечено незначительное расхождение, а показатели третьей группы очень сильно отличается от них. Коэффициент детерминации для линий тренда 1 и 2 групп равняются 0,88, а для 3 группы этот показатель ничтожно мал.

Глава 6. Определение динамики прироста по высоте у деревьев липы мелколистной с использованием архивных фотодокументов

Определить прирост деревьев по высоте в городских условиях при помощи традиционных лесотаксационных методов (модельных деревьев) не всегда представляется возможным. Предложен способ определения динамики прироста стволов по высоте при помощи фотодокументов, с использованием фотографий одного и того же объекта в разные годы (с 1930-х до 2010 гг.). На основании изученных фотодокументов были построены графики для четырёх объектов, имеющих первые фотографии 1930-40-х гг. (рис. 3) и таблица (табл. 3). Для сравнения приведена расчетная кривая, составленная по шкале А.И. Колесникова (1974).

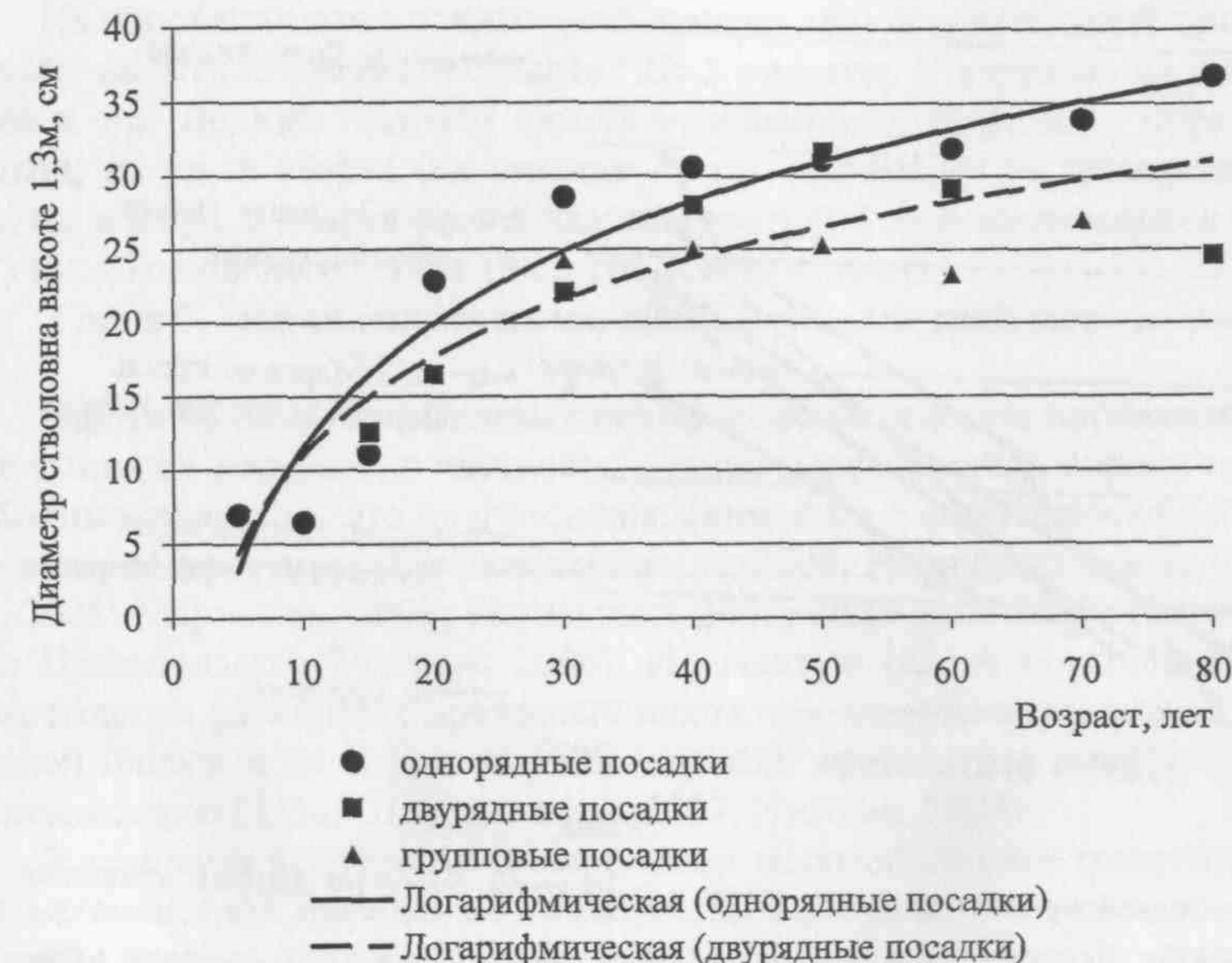


Рис. 1. Изменение диаметра ствола липы мелколистной в городских посадках в зависимости от возраста.

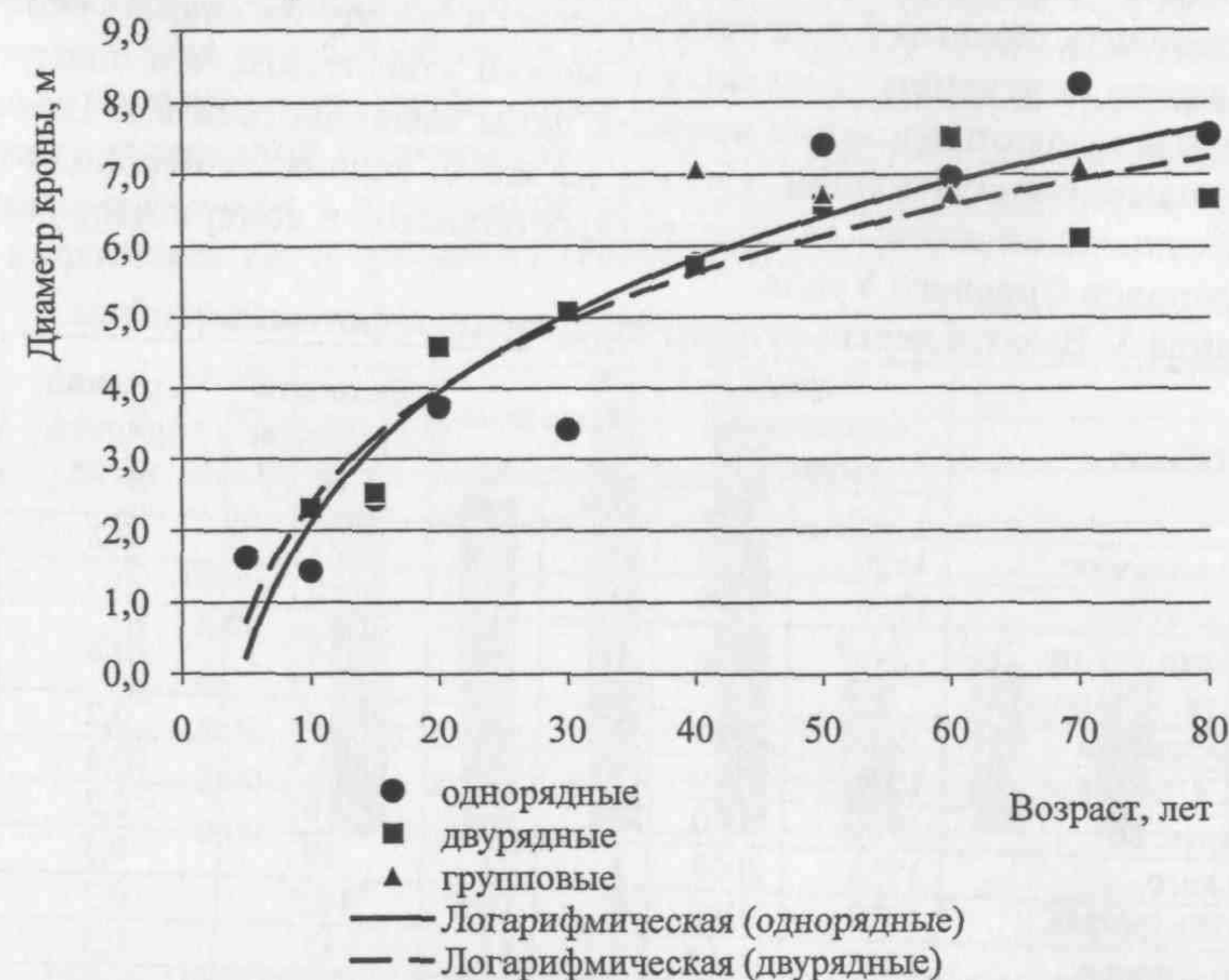


Рис. 2. Изменение диаметра кроны липы мелколистной в городских посадках в зависимости от возраста.



Рис. 3. Осевой прирост деревьев липы в г. Екатеринбурге по данным архивных фотодокументов.

Наибольшее количество фотографий сделано по объекту на ул. 8 Марта, 8б, благодаря чему стало возможным установить четыре возрастных периода и отследить динамику прироста деревьев в высоту на данном участке. Опираясь на полученные результаты, можно утверждать, что шкалу А.И. Колесникова для определения возраста липы мелколистной в г. Екатеринбурге нельзя считать точной. Исходя из этого, возникает необходимость разработки такой шкалы для конкретных объектов в конкретных условиях для городов Среднего Урала.

Таблица 3. Высота деревьев липы по архивным фотоматериалам.

| № п/п | Объект | Период определения высот, гг. | | Высота, м | | Величина прироста, м | Средний прирост, м/год |
|-------|--|-------------------------------|------|-----------|------|----------------------|------------------------|
| | | 1-е | 2-е | нач. | кон. | | |
| 1 | пр. Орджоникидзе | 1950 | 2010 | 3 | 14 | 11 | 0,2 |
| 2 | бульв. Культуры | 1950 | 2010 | 2 | 17 | 15 | 0,3 |
| 3 | ул. 8 Марта (от пр. Ленина до ул. Ельцина) | 1938 | 2010 | 3 | 19 | 16 | 0,2 |
| 4 | ул. Челюскинцев | 1970 | 2010 | 8 | 14,6 | 6,6 | 0,2 |
| 5 | парк СК «Динамо» | 1978 | 2010 | 3,5 | 16 | 12,5 | 0,4 |
| 6 | ул. 8 Марта, 8б | 1950 | 2010 | 4 | 14 | 10 | 0,2 |
| 7 | ул. Горького | 1953 | 2008 | 3 | 22 | 19 | 0,3 |
| 8 | пр. Ленина, 30-38а | 1970 | 2010 | 6 | 16,5 | 10,5 | 0,3 |
| 9 | площадь Кирова | 1965 | 2010 | 3 | 18 | 15 | 0,3 |
| 10 | ЦПК и О им. Маяковского | 1970 | 2010 | 6 | 12,5 | 6,5 | 0,2 |
| 11 | ул. Инженерная | 1950 | 2010 | 3 | 14 | 11 | 0,2 |

На основании этих данных установлено, что среднегодовой прирост в высоту на всех объектах составляет 22 ± 5 см в год. У деревьев на ул. Горького и пр. Ленина выявлен самый интенсивный прирост – порядка 29 см/год, на ул. 8 Марта (на участке от пр. Ленина до ул. Ельцина) – 20 см/год, а на ул. 8 Марта (вдоль здания городской администрации) и в ЦПК и О им. Маяковского – 17 и 16 см/год соответственно.

Глава 7. Поражение стволов липы мелколистной морозобойными трещинами

Одним из распространенных неинфекционных видов поражений стволов у многих деревьев, в частности у липы мелколистной, являются морозобойные трещины. Это повреждения, связанные с физическими свойствами воды и древесины (Постановление ..., 2006; Неинфекционные болезни ..., 2008; Мартынов, 2008; Парамонов, 2007; Николаев, 2007; Постановление Правительства Москвы, 2006). И зачастую самый большой процент повреждения различных древесных видов, произрастающих в непосредственной близости от городских магистралей, приходится именно на липу мелколистую (33%) (Лаврова и др., 2009; Изотова, 2009).

В процессе исследования поражения морозобойными трещинами липы мелколистной выведена относительная величина, количественно отражающая степень поражения морозобоем деревьев на каждой улице – коэффициент морозобойности ($K_{м/б}$), выражающая отношение количества морозобойных трещин к количеству деревьев на объекте. $K_{м/б}$ призван охарактеризовать каждый объект в целом. На стволах 1674 обследованных деревьев большее количество поражений морозобойными трещинами обнаружено с западной стороны стволов (18%) (рис. 4): она нагревается днём дольше и сильнее, а ночью, с резким наступлением заморозков, тонкая кора липы замерзает и трескается (Николаев, 2007).

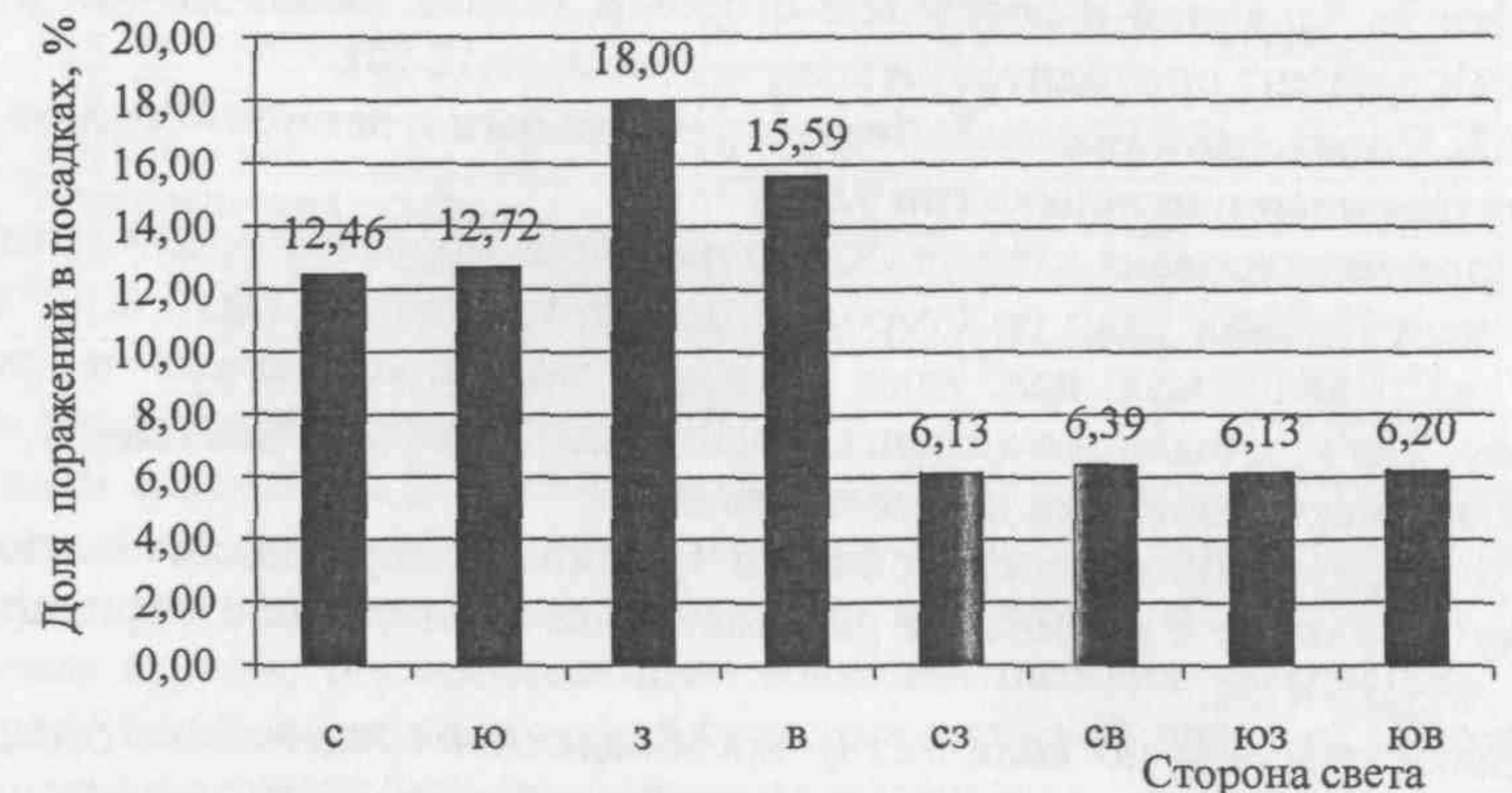


Рис. 4. Преобладающее расположение трещин по сторонам света и их доля среди повреждений (с – север, ю – юг, з – запад, в – восток, сз – северо-запад, св – северо-восток, юз – юго-запад, юв – юго-восток).

Коэффициент морозобойности варьирует от 0,13 (на участке ул. 8 Марта у здания городской администрации) до 3,40 (на участке ул. Горького). Средний $K_{м/б}$ примерно равен единице, что свидетельствует о наличии в среднем 1 морозобойной трещины на каждом из обследованных стволов.

7.1. Поражение стволов липы мелколистной морозобойными трещинами в зависимости от удалённости от открытых водоёмов

Для каждого участка вблизи р. Исети, найдено расстояние до её левого берега, вычислен $K_{м/б}$ и подсчитано количество трещин со всех 4 сторон света и в промежуточных направлениях, а также количество деревьев без трещин. Коэффициенты морозобойности для этой группы объектов представлены в таблице 4.

Таблица 4. Поражение морозобойными трещинами в зависимости от удаленности от р. Исеть

| Название улицы | Участок | Расстояние до воды, м | Доля пораженных деревьев от общего количества, % | $K_{м/б}$ |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------|
| Ленина | Участок № 1 | 200 | 41,67 | 0,42 |
| Ленина | Участок № 2 | 150 | 92,31 | 1,69 |
| Горького | Участок № 1 | 140 | 100,00 | 3,40 |
| Горького | Участок № 2 | 120 | 92,59 | 1,07 |
| Горького | Участок № 3 | 115 | 78,26 | 1,13 |
| Исторический сквер | Левый берег | 80 | 42,86 | 0,83 |
| Ерёмина | Набережная гор. пруда | 8-12 | 60,40 | 0,82 |

Самый высокий процент поражений морозобойными трещинами отмечается на западной и восточной сторонах ствола (около 20 %). Минимальный процент приходится на северо-восток (6,12 %).

7.2. Поражение морозобойными трещинами в зависимости от пространственного расположения улиц

Проанализирована зависимость поражения морозобойными трещинами от направления улиц по сторонам. Для этого данные были сгруппированы по отдельности для улиц с направлением «север-юг» и «запад-восток», для них были вычислены средние величины для $K_{м/б}$ и доли не пораженных морозобоинами деревьев (табл. 5).

Неповреждённые морозобойными трещинами деревья составляют половину на улицах с широтным расположением, тогда как с меридиональным – только 42%.

Выявлено, что по количеству преобладают морозобойные трещины, расположенные на западной стороне ствола (более 22%), меньшая доля трещин располагается с севера и востока.

Таблица 5. Поражение морозобойными трещинами в зависимости от пространственного расположения улиц (по сторонам света)

| Направление улиц | Название улицы | $K_{м/б}$ сред. | Среднее количество неповреждённых деревьев, % |
|------------------|---|-----------------|---|
| Север – юг | Инженерная, 8 марта, Культуры | 1,21 | 42,0 |
| Запад – восток | Челюскинцев, Машиностроителей, ВИЗ-бульвар, Шварца, Ленина, Куйбышева | 0,96 | 49,6 |

7.3. Влияние схемы и типа посадки на поражение стволов липы мелколистной морозобойными трещинами

$K_{м/б}$ был высчитан для каждого из исследуемых участков в отдельности, а также подсчитана доля деревьев, не имеющих морозобойных трещин (табл. 6). Из таблицы, где названия объектов располагались в порядке увеличения $K_{м/б}$, видно, что самые низкие показатели имеют участки в ЦПКиО им. Маяковского и в Харитоновском саду, где отмечены групповые посадки.

Таблица 6. Коэффициент морозобойности для деревьев липы мелколистной на объектах с различными схемой и типом посадки.

| № п/п | Название объекта | $K_{м/б}$ | Доля неповреждённых деревьев, % | Тип посадки |
|-------|---------------------------|-----------|---------------------------------|-------------|
| 1 | ЦПК и О им. Маяковского | 0,16 | 83 | группы |
| 2 | Харитоновский сад | 0,28 | 86 | группы |
| 3 | ул. Ерёмина | 0,84 | 40 | двурядная |
| 4 | ул. 8 Марта – участок №2 | 0,84 | 29 | двурядная |
| 5 | ул. Инженерная | 1,0 | 46 | двурядная |
| 6 | пр. Ленина | 1,07 | 56 | двурядная |
| 7 | бульв. Культуры | 1,07 | 60 | двурядная |
| 8 | ул. Челюскинцев | 1,17 | 41 | однорядная |
| 9 | ул. Шварца | 1,19 | 25 | однорядная |
| 10 | ВИЗ-бульвар | 1,19 | 36 | однорядная |
| 11 | Исторический сквер | 1,33 | 37 | однорядная |
| 12 | ул. Горького – участок №1 | 1,35 | 16 | однорядная |
| 13 | ул. Горького – участок №2 | 1,47 | 2 | двурядная |
| 14 | ул. 8 Марта – участок №1 | 1,56 | 20 | однорядная |
| 15 | ул. Машиностроителей | 1,74 | 8 | однорядная |

Самый высокий $K_{м/б}$ имеют насаждения на ул. Машиностроителей и на участке № 1 ул. 8 Марта, где отмечены только однорядные посадки вдоль проезжей части на асфальтированном тротуаре с минимальным приствольным кругом, ограничивающим площадь питания и аэрацию. Это могло усугубить ситуацию, снизив функцию корневой системы (Ковязин, 2008) и как следствие общее состояние деревьев.

7.4. Поражение липы мелколистной стволовой гнилью в связи с образованием морозобойных трещин

В результате обследования линейных насаждений крупных городов установлено стабильное ухудшение состояние деревьев с возрастом, особенно увеличивается количество деревьев с морозобойными трещинами и гнилью ствола (Ковязин, 2008).

В процессе сбора материала был проведён общий осмотр кернов, взятых у деревьев липы мелколистной 4-5 класса возраста на предмет стволовой гнили. Отмечалось также наличие/отсутствие морозобойных трещин на стволах этих деревьев.

Выявлено, что в общей сложности стволовой гнилью поражено более 2/3 образцов. Большинство из них (20%) поражены стволовой гнилью самой легкой 1-ой степени. Почти столько же (18,3%) – 2-ой.

Наибольшее количество неповрежденных деревьев отмечено на ул. Горького (40%), наименьшее – на просп. Ленина (20%). Также на просп. Ленина отмечено наибольшее количество образцов, имеющих очень сильную 5-ю степень поражения.

Среди изученных образцов были выделены три группы: без стволовой гнили и морозобоин – 31,67%; пораженные стволовой гнилью – 36,7% и пораженные одновременно стволовой гнилью и морозобойными трещинами – 31,7 (рис. 5).

По полученным данным наличие стволовой гнили одновременно с поражением морозобойными трещинами отмечено в 46,3 % случаев от общего количества образцов, пораженных стволовой гнилью.



Рис. 5. Доля образцов пораженных стволовой гнилью и морозобойными трещинами, %

Глава 8. Использование параметров листовой пластинки липы мелколистной для фитомониторинга в г. Екатеринбурге.

В условиях постоянного влияния урбанизированной среды на все живые организмы возникает необходимость постоянного контроля над динамикой этого влияния. Существует множество методов для осуществления подобного контроля, в том числе метод биоиндикации (Криволуцкий,

1988; Залесов, 2007; Кузнецов, 1998; Башаркевич, 1999; Торопова, Берлинская, 1998; Хенкин, 1987; Мусин, 1993; Дружкина, 2007; Авдеева, 2007; Усольцев, 1995; Майдебура, 2006; Васильев, 1988; Аксенова, 2008; Турмухаметова, 2009).

8.1. Показатель флуктуирующей асимметрии ($K_{асим}$) листовой пластинки липы мелколистной

Одним из показателей для определения степени влияния окружающей среды на деревья является асимметрия листовой пластинки. На 14 объектах выявлены значения асимметрии листа, позволяющие делать выводы о том, что качество среды на них неодинаково (табл. 7).

Таблица 7. Показатели качества среды изученных объектов

| Качество среды | Название объекта | $K_{асим}$, доли ед. | Степень отклонения среды от нормы |
|---|---|-----------------------|-----------------------------------|
| Условно нормальное | ул. Ленина | 0,035 | I |
| | Калиновский лесопарк | 0,036 | I |
| | ул. Первомайская | 0,037 | I |
| | ул. Горького | 0,038 | I |
| | ул. Инженерная | 0,039 | I |
| Незначительные отклонения от нормы | ул. Шварца | 0,041 | II |
| | ул. Машиностроителей | 0,043 | II |
| Средний уровень отклонения | ул. 8 марта (участок вдоль здания гор. администрации) | 0,045 | III |
| | ВИЗ-бульвар | 0,046 | III |
| | ул. Пушкина | 0,047 | III |
| | у памятника Татищеву и де Генину | 0,047 | III |
| | Бульв. Культуры | 0,049 | III |
| Значительное отклонение, близкое к критическому | ЦПК и О им. Маяковского | 0,050 | IV |
| | ул. Челюскинцев | 0,052 | IV |

На основе результатов, представленных в таблице, все объекты разделены на четыре группы по уровню качества среды.

Традиционно при инвентаризации насаждений даётся балл санитарного состояния. При одновременном определении балла санитарного состояния и показателя асимметрии установлено, что градации по морфологии листа более чутко отражают состояние среды.

8.2. Морфометрические показатели листа липы мелколистной

Зачастую для предварительной оценки состояния среды или во время полевых работ требуется более простой диагностический признак, нежели коэффициент асимметрии, для вычисления которого необходимы 10 параметров. Вместе с тем установлена явная тенденция к уменьшению линей-

ных размеров листьев при нарастании негативного влияния города (Казанцева, 2009).

В рамках исследований морфологических показателей листа липы мелколистной, все объекты были разделены на группы в зависимости от размещения в городе: лесопарковый массив, посадки вдоль городских магистралей, посадки в черте города, удалённые от магистралей более, чем на 20 м.

При исследовании длины черешка у деревьев, произрастающих на разном расстоянии от крупных магистралей, установлена следующая тенденция: на удалённых участках длина черешка больше (40,88-45,96 мм), чем на расположенных в непосредственной близости (35,2-38,9 мм). Различие составляет от 5,6 до 7,0 мм на разных объектах.

Вычислен коэффициент корреляции между коэффициентом асимметрии листовой пластинки и длиной черешка $r = -0,59$. Он показывает, что существует достаточно тесная обратная связь, то есть с увеличением коэффициента асимметрии показатель длины черешка уменьшается.

Проведён корреляционный анализ показателей асимметрии листовой пластинки и длины черешка для рядовых уличных посадок. Насаждения вдоль городских магистралей, а также в черте города, удалённые от магистралей более, чем на 20 м, имеют коэффициенты корреляции, равные -0,65 и -0,77 соответственно, что указывает на существование тесной обратной связи. Укорачивание черешка листа при усилении асимметричности листовой пластинки характерно как для посадок, примыкающих к городским магистралям, так и для удалённых от дорог.

Глава 9. Реакция радиального прироста липы

мелколистной на климат (дендрохронологический анализ)

Дендрохронологические методы широко используются для изучения пространственно-временной динамики лесных экосистем и реконструкции факторов внешней среды за длительные интервалы времени и с высоким временным разрешением. Древесно-кольцевая информация может быть использована для решения глобальных, региональных локальных проблем, связанных с многообразным воздействием человека на экосистемы (Шиятов, 1972; Шиятов и др., 2000).

На рисунке 6 показан обобщённый ряд индексов прироста липы мелколистной с ул. Горького, построенный для образцов с ул. Горького. Поскольку обеспеченность хронологии достаточным количеством образцов начинается с 1940-х годов, то в дендроклиматическом анализе использовалась хронология за период с 1940 по 2008 гг.

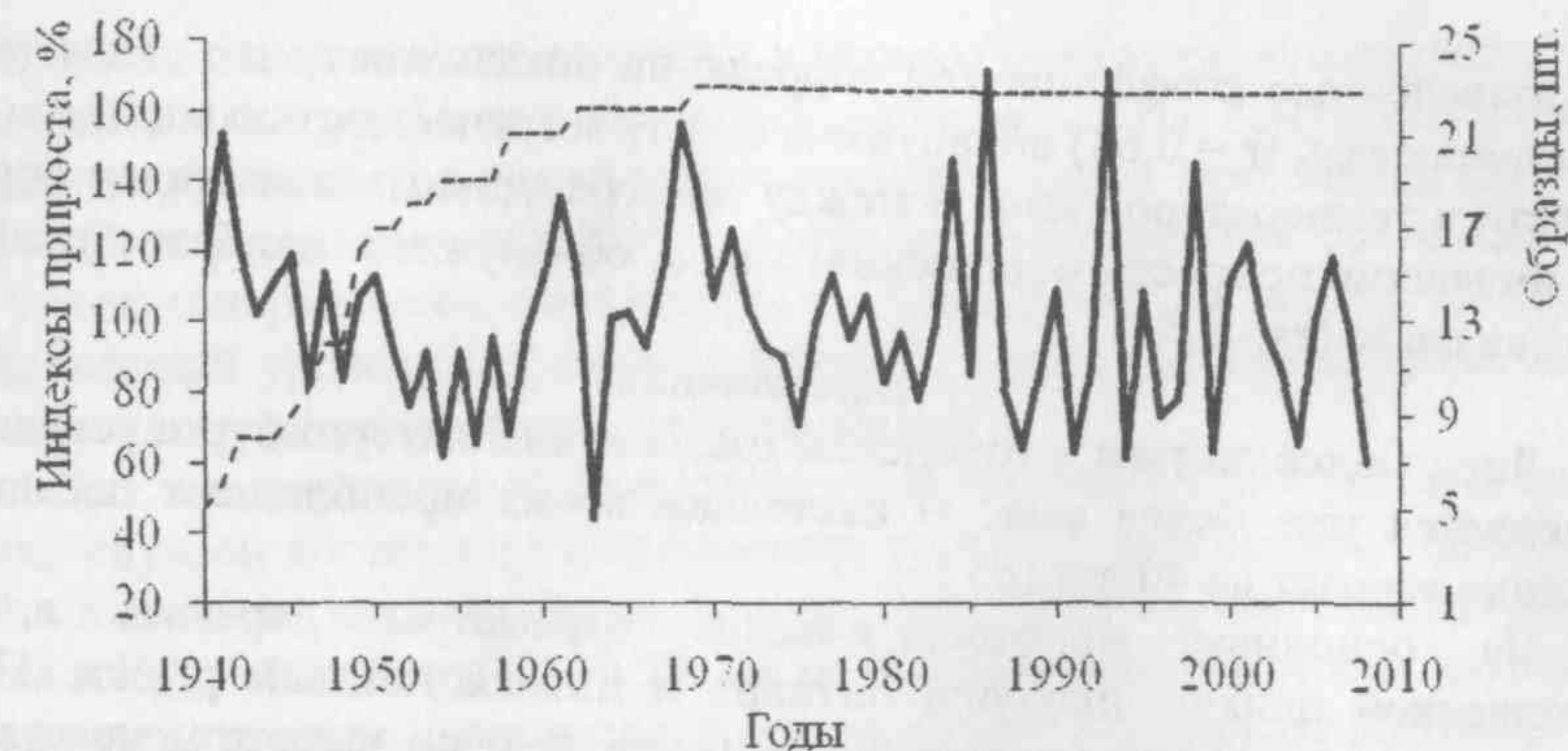


Рис. 6. Обобщённый ряд приростов всех деревьев на ул. Горького. Сплошная линия – индексы прироста; пунктирная – количество образцов на данный год обследования.

По индивидуальным графикам прироста были выбраны годы спада и минимума прироста. Это 1999 г. – 16 образцов, 1975 г. – 15, 1963 и 1982 гг. – 14, 1992 г. – 13, 1954 и 1988 гг. – 12, 1956, 1959, 1989, 1994 и 1996 гг. – по 10 образцов.

Проведён анализ взаимосвязи показателей средней минимальной месячной температуры и встречаемости минимумов радиального прироста, зафиксированные в эти годы. Далее для уточнения полученных данных был проведен корреляционный анализ показателей средней минимальной месячной температуры (в течение вегетационного периода за вышеуказанные годы) и прироста (рис. 7).



Рис. 7. Связь температурного режима со встречаемостью резких спадов радиального прироста и индексом прироста обобщенного ряда для исследуемых годов.

Приведённые коэффициенты корреляции показывают, что самая тесная прямая связь ($r = 0,63$) обнаружена между встречаемостью минимумов прироста и температурой мая. А между температурным показателем апреля и индексом прироста обобщённого ряда обнаружена наиболее тесная обратная связь ($r = -0,51$).

Заключение

Липа мелколистная в городском озеленении Екатеринбурга успешно применяется уже более века. В настоящее время преобладают посадки, имеющие возраст до 40 лет (65 %).

На основные морфометрические параметры деревьев липы мелколистной влияют площадь питания и инсоляционный режим. При равных условиях произрастания более интенсивно по высоте прирастают деревья, на чью долю приходится меньшая площадь питания из-за высокой плотности посадок.

В рамках одной возрастной группы наибольший прирост диаметров ствола и кроны имеют деревья, произрастающие в однорядных посадках, далее – в двурядных и самые низкие показатели имеют деревья, высаженные группами в парках.

Связь прироста ствола по диаметру с температурой воздуха в целом является обратной. Фактор температуры имеет главенствующее значение (установлено, что количество осадков не имеет значимого влияния на радиальный прирост), тогда как антропогенное воздействие, скорее всего, имеет сопутствующий характер.

Температура на протяжении текущего вегетационного периода незначительно влияет на радиальный прирост липы.

В годы, отмеченные наибольшим количеством спадов прироста, максимальное влияние имели температурные показатели мая и апреля текущего года.

Половина обследованных деревьев липы мелколистной, произрастающих на улицах г. Екатеринбурга, поражена морозобойными трещинами. На этот показатель слабо влияют как близость открытого крупного водоёма, так и ориентировка улиц по сторонам света.

На всех исследованных объектах преобладает западное (18%) расположение морозобойных трещин на стволах. Наименьшая доля трещин отмечена с юго-западной, юго-восточной, северо-западной и северо-восточной сторон.

Интенсивность поражений морозобойными трещинами зависит от типа посадки – чем меньше рядов в посадках, тем больше страдают деревья. При этом коэффициент морозобойности увеличивается от 0,16 до 1,74. Образование морозобойных трещин на стволах неизбежно провоцирует поражение стволовой гнилью.

Коэффициент флуктуирующей асимметрии ($K_{асим}$), рассчитанный на основе морфометрических показателей листовой пластинки липы мелко-

листной, достаточно чувствителен к внешним факторам, что позволяет использовать его при фитомониторинге урбосреды. На основании определённых коэффициентов установлены четыре степени отклонения среды от условной нормы, и, соответственно, четыре качественных состояния среды: условно нормальное, незначительное отклонение от нормы; средний и значительный уровень отклонения близкий к критическому. Критическое качественное состояние среды не обнаружено.

Для предварительной характеристики экологических условий среды в ряде случаев достаточно использовать только 1 показатель – длину черешка листа, так как коэффициент корреляции для показателей длины черешка и $K_{асим}$ составляет $r = -0,59$. По мере удаления от крупных автодорог черешок листа липы удлиняется, в среднем увеличиваясь от $35,18 \pm 0,51$ до $46,86 \pm 0,78$ мм.

РАБОТЫ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Агафонова А.Л., Аткина Л.И., Агафонова Г.В., Осипов И.В. Санитарно-защитные зоны промышленных объектов г. Екатеринбурга и опыт использования липы мелколистной для их озеленения. Лесной вестник. М.: МГУЛ, 2008. С. 10.
2. Агафонова А.Л., Аткина Л.И., Агафонова Г.В., Муравьёва А. Биоиндикация качества городской среды методом расчета флуктуирующей асимметрии листьев липы мелколистной в г. Екатеринбурге. Экологические проблемы. Взгляд в будущее. Сборник трудов V науч.-практ. конф. с междунар. участием. Ростов-на-Дону, 2008. С. 14.
3. Агафонова А.Л., Аткина Л.И., Агафонова Г.В. Санитарное состояние посадок липы мелколистной в двух районах г. Екатеринбурга. Леса России и хозяйство в них : жур. Вып. 1(30)/Урал. гос. лесотехн. ун-т. Екатеринбург, 2008. С. 75.
4. Агафонова А.Л. Санитарное состояние липы мелколистной в г. Екатеринбурге. Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. М-лы IV всероссийской науч.-тех. конф. студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2008. С. 90.
5. Агафонова А.Л., Аткина Л.И. Перспективы использования липы мелколистной в качестве биоиндикатора. Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса в рамках проекта 2020. М-лы VII междунар. науч.-тех. конф. Екатеринбург, 2009. С. 259.
6. Агафонова А.Л., Аткина Л.И. Особенности расположения морозобойных трещин на стволах липы мелколистной в уличных посадках г. Екатеринбурга. Проблемы современной дендрологии. М-лы междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. чл.-корр. АН СССР П.И. Лапина. М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2009. С. 416.
7. Аткина Л.И., Агафонова А.Л. Использование липы мелколистной для озеленения санитарно-защитных зон предприятий, расположен-

ных в черте г. Екатеринбурга. Ландшафтная архитектура и садово-парковое строительство: современные проблемы. М-лы междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2009. С. 52.

8. Агафонова А.Л., Аткина Л.И. Особенности расположения морозобойных трещин на стволах деревьев липы мелколистной в уличных посадках г. Екатеринбурга. Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. М-лы V всероссийской науч.-тех. конф. студентов и аспирантов. Часть 2. Екатеринбург, 2009. С. 155.

9. Агафонова Г.В., Агафонова А.Л. Состояние древесных растений, применяемых в озеленении г. Екатеринбурга. Проблемы озеленения городов Сибири и сопредельных территорий. Международная научно-практическая конференция. Чита, 2009. С. 42.

10. Аткина Л.И., Агафонова А.Л. Опыт использования липы мелколистной для фитомониторинга в г. Екатеринбурга. Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии: Вып. 189. СПб.: СПбГЛТА, 2009. С. 20.

11. Агафонова А.Л., Аткина Л.И. Влияние схемы посадки деревьев липы мелколистной в г. Екатеринбурге на встречаемость и степень поражения морозобойными трещинами. Научное творчество молодежи – лесному комплексу России. М-лы V всероссийской науч.-тех. конф. студентов и аспирантов. Екатеринбург, 2010. С. 3.

12. Агафонова А.Л. Влияние температуры воздуха на радиальный прирост стволов липы мелколистной в г. Екатеринбурге. Экология от южных гор до северных морей. М-лы конф. молодых ученых, 19-23 апреля 2010 г. / ИЭРИЖ УрО РАН. Екатеринбург: Голицкий, 2010. С. 15-17.

Отзыв на автореферат просим направлять в двух экземплярах с печатью и заверенными подписями по адресу: 620100, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, ученому секретарю диссертационного совета Бачуриной А.В.
Факс: (343) 254-62-25; E-mail: dissovet.usfeu@mail.ru

Подписано в печать 7.04.2011г. Объем 1,0 п.л. Заказ № 159 Тираж 100 экз.
620100 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37. Уральский государственный лесотехнический университет. Отдел оперативной полиграфии.