

На правах рукописи



МИНГАЛЕВА
Нина Анатольевна

**ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ
В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ
(НА ПРИМЕРЕ Г. СЫКТЫВКАР)**

03.02.08 – экология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Сыктывкар - 2012

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

Научный руководитель: **Загирова Светлана Витальевна**
доктор биологических наук, старший научный сотрудник, ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, зав. отделом лесобиологических проблем Севера

Официальные оппоненты: **Юркина Елена Вениаминовна**
доктор биологических наук, доцент, Сыктывкарский лесной институт, зав. кафедрой воспроизводства лесных ресурсов

Феклистов Павел Александрович
доктор сельско-хозяйственных наук, профессор, Северный (Арктический) федеральный университет, зав. кафедрой экологии и защиты леса

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет леса»

Защита состоится 28 марта 2012 г. в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д.004.007.01 в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте биологии Коми научного центра УрО РАН по адресу: 167982, ГСП-2, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 28.

Факс: (8212) 24-01-63; e-mail: dissovet@ib.komisc.ru.

Адрес сайта Института: <http://www.ib.komisc.ru>.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Коми научного центра УрО РАН по адресу: 167982, г. Сыктывкар, Республика Коми, ул. Коммунистическая, 24.

Автореферат разослан “27” февраля 2012 года.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук



А.Г. Кудяшева

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Город – это природно-антропогенная система, основными системообразующими факторами которого являются человек и природная среда. Зеленые насаждения как центральное звено городской экосистемы выполняют санитарно-гигиеническую, архитектурно-эстетическую, эмоционально-психологическую и другие функции. Их устойчивость к действию антропогенных факторов зависит от погодно-климатических условий, степени загрязнения среды, возраста насаждений, распространения вредителей и болезней, способов ведения хозяйства в системе озеленения городов. При комплексном экологическом обследовании городских ландшафтов важными показателями являются пространственное размещение зелёных насаждений, их жизненное состояние, типы повреждений, вызванные разными видами вредителей и болезней. Подобные работы проведены во многих крупных городах России (Итоги..., 1998, 2000; Рысин и др., 1999; Феклисов, 2004; Уфимцева, Терехина, 2005; Шихова, Полякова, 2006; Сродных, 2008; Попова, 2009) и зарубежных стран (Iida, Nakashizuka, 1995; Understanding Urban Ecosystems, 2001; Hall et al., 2002; Quigley, 2004; Husak, Grado, 2005; Urban Forests and Trees, 2005; Mariona, 2007; Nagendra, 2010). В них были использованы различные методологические подходы, оценивались параметры с разной степенью детальности. Основным объектом экологических исследований зелёных насаждений городов является древесная растительность – важнейший и наиболее стабильный компонент урбоэкосистем. Данные мониторинга состояния древесной растительности используются при разработке практических рекомендаций по реконструкции зелёных насаждений, компенсационному озеленению, системе содержания и защиты озеленённых территорий.

В г. Сыктывкаре и других городах Республики Коми комплексные экологические обследования зелёных насаждений ранее не проводились. Имеются лишь общие сведения о структуре озеленения (Природа Сыктывкара..., 1972; Государственный доклад.... 2009) и видовом составе древесных растений г. Сыктывкар (Мартынов, 1987; Шушпанникова и др., 2007; Мартыненко, Груздев, 2009; Martynov, 2011).

Цели и задачи исследований. Цель представленной работы состояла в оценке видового разнообразия, структуры размещения и жизненного состояния древесных растений в зелёных насаждениях Сыктывкара.

Для достижения цели поставлены следующие задачи:

1. Выполнить анализ видового состава, дендрометрических характеристик и структуры размещения древесных растений в центральной части г. Сыктывкара;
2. Определить жизненное состояние древесных растений;
3. Оценить степень повреждения листьев древесных растений вредителями и болезнями;
4. Разработать предложения по оптимизации структуры зелёных насаждений и дать практические рекомендации по системе их содержания и защиты на территории г. Сыктывкара.

Научная новизна. Впервые проведены комплексные исследования видового разнообразия, структуры размещения и жизненного состояния древесных растений в зелёных насаждениях центральной части г. Сыктывкара. Дана оценка устойчивости разных видов древесных растений к действию вредителей и болезней. Выделены три группы древесных растений: устойчивые - сирень, берёза и черёмуха, среднеустойчивые - боярышник, рябина, карагана и ива и слабоустойчивые к биоповреждениям - ольха, тополь, осина и липа. Выявлены закономерности пространственно-временных изменений степени повреждения листьев вредителями и болезнями. На примере *Populus balsamifera* показано возрастание при увеличении антропогенной нагрузки повреждаемости листьев сосущими насекомыми и амплитуды межгодовых колебаний встречаемости разных типов

повреждений. Определен видовой состав членистоногих-филлофагов (70 видов) и фитопатогенных грибов (10 видов), повреждающих листья древесных растений. У наиболее распространенных видов растений выявлены разные типы повреждений. У тополя и осины отмечена высокая степень повреждения листовых пластинок скелетированием, у берёзы, рябины, ивы и ольхи - тлями и листогрызущими насекомыми.

Практическое значение. Результаты работы были использованы при разработке муниципальной целевой программы по озеленению МО ГО «Сыктывкар» на 2012-2014 гг., плана работ по посадкам, обновлению и содержанию зелёных насаждений на 2009 - 2010 гг. на территории МО ГО «Сыктывкар». Предложены рекомендации по оптимизации структуры зелёных насаждений, разработана схема организации работ по их содержанию и защите на территории г. Сыктывкара. Материалы диссертации легли в основу технического задания на оказание услуг по инвентаризации объектов древесно-кустарниковой растительности на территории МО ГО «Сыктывкар» (заказчик администрация МО ГО «Сыктывкар»), решения Совета МО ГО «Сыктывкар» от 16.11.2010 № 35/11-600 «Правила создания, охраны и содержания зелёных насаждений на территории МО ГО «Сыктывкар» и «Методика оценки компенсационных выплат за вырубку (повреждение) зелёных насаждений на территории МО ГО «Сыктывкар». Данные диссертационной работы также были использованы в процессе преподавания дисциплины «ГИС-технологии» студентам I курса по специальности «экология» Сыктывкарского государственного университета.

Апробация работы. Материалы диссертации были представлены на российских и международных конференциях: молодежной конференции Института биологии Коми НЦ «Актуальные проблемы биологии и экологии» (Сыктывкар, 2009, 2011), научно-практической конференции «Февральские чтения по итогам научно-исследовательской работы профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института в 2010 г.» (Сыктывкар, 2011), Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития» (Киров, 2008, 2009), II Международном экологическом конгрессе ELPIT-2009 (IV Международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» (Тольятти, 2009).

Личный вклад автора. Автор принимал личное участие в сборе и камеральной обработке полевого материала, анализе результатов, подготовке материалов к публикации, написании диссертации.

Публикации. По материалам диссертационной работы опубликовано 8 печатных работ, в том числе 2 статьи в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 145 машинописных страницах, включает 54 таблицы, 22 рисунка и состоит из введения, шести глав, выводов, одного приложения. Список цитируемой литературы включает 154 источника, в том числе 32 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

1.1. Зелёные насаждения, их классификация и экологические функции в урбанизированной среде

Исключительная сложность города, как явления, не позволяет сформулировать для него лаконичное и в тоже время ёмкое определение. В главе описываются критерии отнесения населённых пунктов к городам (Niemela, 1999), даются характеристики урбозкосистем (Тарасова и др., 2004, Гераськина, 2006, Клауснитцер, 1990, Гурьева, 2008).

Зелёные насаждения являются одним из наиболее эффективных и экономичных средств повышения комфортности и качества среды жизни горожан. В главе описывается роль зелёных насаждений в оптимизации условий урбанизированных территорий (Сергейчик, 1984; Юскевич, Лунц, 1986; Гетко, 1989; Защита зелёных насаждений..., 1990; Теодоронский, 2000; Мозолевская, 2002; Экология города, 2004; Гераськина, 2006; Кругляк, 2006; Шихова, Полякова, 2006; Бухарина и др., 2007; Ежов, 2008; Кузнецова, 2009; Бухарина, 2009; Husak, Grado, 2005; Akbari, Taha, 1992; Donovan, Butry 2009 и др.).

1.2. Состояние зелёных насаждений в городах России и за рубежом

В главе излагаются методические подходы и результаты изучения состояния зелёных насаждений в городах России (Теодоронский, 2000; Феклистов, 2004; Уфимцева, Терехина, 2005; Шихова, Полякова, 2006; Егличева, 2007; Корсунова, Котляр, 2008; Парахина, 2007; Сродных, 2008а; Бухарина, 2009; Ведерников, 2008; Гневнов, 2009; Попова и др., 2009; Сунцова и др., 2010; Кононюк, 2001; Мощенкова, 2011; Федорова, 2011) и странах Европы и Северной Америки (Quigley, 2002; Zipperer, 2003; Urban Forests and Trees, 2005; Bell et al., 2007; Conway, Urbani, 2007; Gunderse et al., 2008, 2009; Getter, 2009; Randrup, Persson, 2009; Bentsen et al., 2010; LaPaix, Freedman, 2010; Quigley, 2004; Sjöman, Nielsen, 2010; Peters, McFadden, 2010; Mann et al., 2010; Sander et al., 2010; Urban Forest Strategy, 2010).

1.3. Влияние вредителей и болезней на состояние зелёных насаждений городов

Во многом жизненное состояние зелёных насаждений зависит от степени их повреждения вредителями и болезнями. В градиенте возрастания загрязнения природной среды происходит качественная перестройка структуры комплексов фитопатогенных грибов и членистоногих, поражающих листья древесных растений (Голутвин, Селиховкин, 1984; Шиленская, Беднова, 1998; Тарасова, 2004).

На европейском Севере России видовой состав и экология вредителей и болезней деревьев и кустарников детально изучены в Архангельской области (Ежов, 2008; Бурак, Ежов, 2009), Санкт-Петербурге (Голутвин, Селиховкин, 1984; Басова, Минкевич, 1984; Мусолин, 1989), Красноярске (Тарасова и др., 2004). Из зарубежных стран исследования, посвящённые выявлению видового состава вредителей зелёных насаждений и их контролю в условиях городской среды, проведены в Словакии (Hrubik, 1988; Kollár et al., 2009; Kollár, Hrubik, 2009), Германии (Клауснитцер, 1990; Denys, Schmidt, 1998), Италии (Fattorini, 2011) и странах Северной Америки (Frankie, Ehler, 1978; McGeoch, Chown, 1997; Shapiro, 2002).

В Республике Коми комплексные исследования зелёных насаждений городов ранее не проводили. Имеются лишь отдельные публикации о видовом составе деревьев и кустарников и филофагов в г. Сыктывкаре и его окрестностях.

ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Физико-географическая характеристика г. Сыктывкара

Сыктывкар является административным центром Республики Коми, расположен в устье реки Сысола при впадении ее в реку Вычегду. Численность населения города составляет 251,1 тыс. человек (Статистический ежегодник, 2010). Общая площадь городских земель в пределах городской черты равна 161,59 км².

Климат г. Сыктывкара характеризуется как умеренно континентальный, с продолжительной холодной зимой и коротким умеренно теплым влажным летом.

Почвенный покров окрестностей г. Сыктывкара имеет черты, характерные для подзоны типичных подзолистых почв средней тайги (Забоева, 1975). На территории города формируются почвы различной степени трансформации. Физико-химические

свойства почв г. Сыктывкара существенно отличаются от природных аналогов, для них характерно уменьшение кислотности, возрастание содержания органического вещества (Митюшов и др., 2008).

2.2. История развития и современное состояние зелёных насаждений г. Сыктывкара

В первой четверти XX в. г. Усть-Сысольск (ныне Сыктывкар) отличался крайне низким уровнем благоустройства (Природа Сыктывкара..., 1972). Интенсивное озеленение начинается в 1930-е годы XX века. В прошлом город застраивался без учета перспектив дальнейшего его развития, что повлияло на организацию его озеленения.

Согласно данным Администрации МО ГО «Сыктывкар», площадь зелёных насаждений города составляет 5500 га (примерно третья часть города), древесно-кустарниковая растительность располагается крайне неравномерно. Средняя обеспеченность горожан зелёными насаждениями общего пользования составляет около 17 м² на 1 человека (www.syktivkar.komi.com), при норме для городов Российской Федерации – 16 м² на 1 человека. Площадь городских лесов в пределах МО ГО «Сыктывкар», согласно данным лесоустройства 2003–2004 гг., составляет 2887,0 га.

2.3. Загрязнение атмосферного воздуха и почв на территории г. Сыктывкара

Основными источниками загрязнения воздуха МО ГО «Сыктывкар» являются предприятия теплоэнергетики, стройиндустрии, целлюлозно-бумажной промышленности. От стационарных источников города за первое полугодие 2009 г. в атмосферный воздух выброшено 12196 т загрязняющих веществ, из них 10824 т - газообразных и жидких, 1372 т - твердых. Значительную долю выбросов в атмосферу города вносит автомобильный транспорт. Остается высокой концентрация в них специфических примесей, таких как формальдегид и бенз(а)пирен (Государственный доклад..., 2009).

Анализ распределения полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в снежном покрове различных территорий города показал, что значительную их часть составляют низкомолекулярные полиарены, такие как нафталин, фенантрен, флуорантен, пирен, хризен. Уровень поступления ПАУ в окружающую среду центральной части города превышает фоновые значения в 56 раз. Эмиссия ПАУ транспортом выше, чем целлюлозно-бумажным комбинатом ОАО «Монди Сыктывкарский ЛПК» (Габов и др., 2009).

ГЛАВА 3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал был собран в 2007–2010 гг. в центральной части г. Сыктывкара, который характеризуется наиболее высоким уровнем загрязнения выбросами автотранспорта. Территория условно разделена на 15 учётных секторов, отмеченных на карте римскими цифрами I–XV (рис. 1). Границы секторов проведены по улицам с наиболее высокой автотранспортной нагрузкой.

При обследовании зелёных насаждений использовали общепринятую методику сплошного перечёта деревьев и кустарников (Теодоронский, 2000). Одновременно проводили дендрометрическую и биоэкологическую оценку. Дендрометрическая оценка включала в себя фиксацию следующих параметров: порядковый номер растения в соответствии со схемой инвентаризации, видовое название, диаметр ствола, высота растения. Для определения видовой принадлежности древесных растений использованы работы Е.Т. Валягиной-Малютиной (1998) и В.А. Мартыненко, Б.И. Груздева (2009).

Биоэкологическая оценка включала описание категории жизненного состояния деревьев и кустарников. Категорию жизненного состояния зелёных насаждений можно определять с использованием разных методик, в зависимости от объекта наблюдения, целей исследований и степени детальности.

Относительное обилие видов древесных растений определяли как отношение особей вида в секторе к числу особей всех видов древесных растений в секторе. Встречаемость видов древесных растений определяли как отношение числа секторов, в которых встречается вид, к общему числу секторов, выраженное в процентах. Классификация насаждений на основе показателей относительного обилия проведена с помощью кластерного анализа. Относительное обилие видов оценивали с помощью индекса Шеннона по формуле:

$$\bar{H} = -\sum P_i \log P_i, \text{ где:}$$

P_i – относительное обилие, выраженное в доле от единицы.

Определение биоповреждений листьев проводили согласно методике (Пестов, 2008). Было выделено 17 участков внутри секторов, которые отмечены на карте арабскими цифрами (рис. 1). Вдоль девяти городских улиц с наиболее интенсивным движением автотранспорта дополнительно выбрано 9 участков для сбора листьев тополя. При описании биоповреждений на каждом участке производили предварительный осмотр деревьев и кустарников, отбирали по 10 листьев 10 особей растений в нижней части кроны. Для видовой диагностики вредителей использовали руководства (Гусев, Римский-Корсаков, 1951; Гусев, 1984, 1990; Зерова и др., 1988, 1991; Коломоец и др., 1989; Соколова, Галасьева, 2005). Степень поражения листьев выражали в процентах.

Степень повреждения листьев деревьев и кустарников оценивали по числу повреждений на лист (Мингалева, Пестов, 2009 а,б; Пестов и др., 2008; Пестов, 2009; Пестов, Мингалева, 2009):

$$U_i = \frac{\sum n_i}{N}, \text{ где:}$$

n_i – число листьев в выборке, повреждённых i -типом повреждения, N – общее число листьев в выборке.

Для определения пространственно-временной неоднородности повреждений был использован двухфакторный дисперсионный анализ (Коросов, Горбач, 2007). В качестве зависимых переменных использовали долю листьев, повреждённых различными группами вредителей. В качестве факторов рассматривали «Год наблюдений» и «Участок пробоотбора». Классификация насаждений по структуре повреждения листьев проводилась с помощью кластерного анализа, где мерой различия служило евклидово расстояние.

Определение видов беспозвоночных вредителей листьев было проведено С. В. Пестовым, к.б.н., научным сотрудником отдела экологии животных Института биологии КомиНЦ УрО РАН. При анализе материалов использовали программы Microsoft®Excel 2002, Statistica 6.0, программный пакет ArcView GIS 3.2a.

ГЛАВА 4. ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЖИЗНЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. СЫКТЫВКАРА

4.1. Видовой состав древесных растений

Важнейшим и наиболее стабильным компонентом городской среды являются древесные растения. По данным Г. С. Шушпанниковой с соавторами (2007) в озеленении г. Сыктывкара в настоящее время используются 103 вида древесных растений. На основе имеющихся данных и результатов исследований составлен список видов древесных растений, произрастающих в исследованном районе центральной части города, который включает 70 видов из 18 семейств.

Анализ дендрофлоры в исследованном районе показал преобладание в ней видов и родов семейства Rosaceae (23 вида или 32,9 %). Далее по видовому богатству следуют Salicaceae, Pinaceae и Betulaceae (табл. 1). Богатство семейства розоцветных по числу

видов характерно для дендрофлоры многих городов бореальной зоны России. Например, в г. Пскове они составляют в дендрофлоре 29,7% (Соколова, 2003), в городах Карелии - 37,7% (Еглачева, 2007), в Владивостоке - 22,6% (Шихова, Полякова, 2006). Древесные растения центральной части г. Сыктывкара принадлежат к 36 родам. Ведущее положение в родовом спектре занимают р. *Salix* (6 видов) и р. *Picea* и р. *Malus* (по 4 вида).

Таблица 1

Список семейств древесных растений центральной части г. Сыктывкара

№ п/п	Семейство	Число видов		Число родов	
		п	%	п	%
1	Rosaceae	23	32,9	12	33,3
2	Salicaceae	9	12,9	2	5,6
3	Pinaceae	8	11,4	4	11,1
4	Betulaceae	5	7,1	2	5,6
5	Grossulariaceae	4	5,7	2	5,6
6	Aceraceae	3	4,3	1	2,8
7	Caprifoliaceae	3	4,3	1	2,8
8	Oleraceae	3	4,3	2	5,6
9	Ulmaceae	2	2,9	1	2,8
10	Sambucaceae	2	2,9	1	2,8
11	Vitaceae	1	1,4	1	2,8
12	Fabaceae	1	1,4	1	2,8
13	Cupressaceae	1	1,4	1	2,8
14	Berberidaceae	1	1,4	1	2,8
15	Fagaceae	1	1,4	1	2,8
16	Tiliaceae	1	1,4	1	2,8
17	Cornaceae	1	1,4	1	2,8
18	Viburnaceae	1	1,4	1	2,8
	Итого:	70	100,0	36	100,0

При классификации географических элементов флоры мы использовали хориономический подход (Юрцев, Камелин, 1991; Глазкова, 2001). В ареалогической структуре дендрофлоры г. Сыктывкара отмечено преобладание растений европейского географического элемента (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика распространения деревьев и кустарников центральной части г. Сыктывкара

Географический элемент	Деревья		Кустарники	
	число видов	доля, %	число видов	доля, %
Дальневосточный	4	10,3	2	6,9
Евразиатский	5	12,8	6	20,7
Европейский	12	30,8	8	27,6
Евро-сибирский	7	17,9	3	10,3
Северо-китайский	1	2,6	–	–
Североамериканский	6	15,4	4	13,8
Сибиро-дальневосточный	2	5,1	1	3,4
Сибирский	–	–	1	3,4
Сибирско-среднеазиатский	–	–	1	3,4
Голарктический	–	–	3	10,3
Только в культуре	2	5,1	–	–
Итого:	39	100	29	100

4.2. Структура размещения древесных растений

В результате анализа размещения древесной растительности в 15 выделенных секторах на территории г. Сыктывкара установлена пространственная вариабельность их относительного обилия и встречаемости. В зависимости от этих показателей, древесные растения можно разделить условно на пять групп. В первую входят береза и тополь, которые составляют облик озеленения города. Они встречены во всех секторах и среднее обилие их выше 20 %. Во вторую группу объединены три повсеместно встречающихся растения: карагана, рябина и ива, среднее обилие которых составило 2,7–8%, а в отдельных секторах возрастало до 15,5, редко доходило до 40% (рябина). К третьей группе отнесены ель, арония, боярышник, ольха, осина, сирень, которые встречаются на большинстве секторов и составляют в среднем 1-3% всех учтённых растений. Четвёртая группа объединяет растения, которые встречаются очень часто (более 50% случаев), но имеют низкое обилие (менее 1%): липа, смородина, черёмуха, шиповник, яблоня. Остальные редкие виды с низким обилием отнесены к пятой группе.

По результатам кластерного анализа обследованные сектора разделяются на две группы (рис. 2). Выделенные кластеры отличаются по видовому составу древесной растительности, структуре относительного обилия и параметрам биологического разнообразия. Сектора, выделенные в первый кластер (II, III, IV, V, VII, X), характеризуются низким видовым разнообразием ($H < 1,6$). Преобладающей породой в них является береза, за исключением сектора IV, где преобладает рябина (41%). Второй кластер объединяет сектора с высоким видовым разнообразием ($H > 1,9$), где преобладающей породой является береза (I, VI, VIII+IX, XI, XII, XIII) или тополь (XIV, XV).

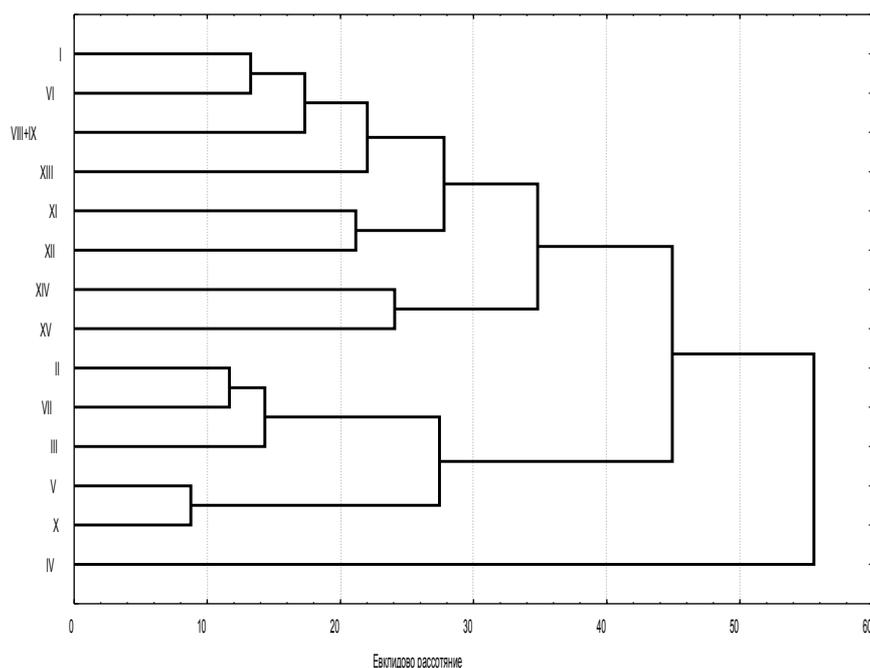


Рис.2 Диаграмма сходства секторов по показателю относительного обилия древесных растений. По оси ординат римскими цифрами указаны номера секторов

Во всех секторах преобладающей жизненной формой растений, использованной в озеленении, являются деревья. Наиболее многочисленны две древесные породы: береза и тополь. Вклад кустарников в структуру озеленения изменяется в широком диапазоне – от 5 до 30%, из них наиболее высокая густота отмечена для караганы и боярышника. Максимальная доля кустарников отмечена в секторах I, VI и VII+IX и XIII. В секторах IV, V, X и XII значение этой жизненной формы минимально.

Средняя густота насаждений в центральной части г. Сыктывкара составила 91,20 экз.·га⁻¹. Максимальная густота насаждений отмечена в секторе XIV (220,9 экз.·га⁻¹),

минимальная – в секторах IV, VI, X (40-45 экз.·га⁻¹).

4.3. Дендрометрическая характеристика и жизненное состояние древесных растений

Жизненное состояние растения отражает степень его приспособленности к условиям урбанизированной среды. Нами была произведена оценка жизненного состояния 26 пород наиболее распространённых деревьев и кустарников.

Исследованные древесные растения можно условно отнести к трём категориям жизненного состояния. К **первой группе** относятся растения с высоким виталитетом: берёза, вишня, ива, калина, клён, осина, пузыреплодник, рябина, сирень, смородина, яблоня, ясень ($K_j < 1,3$). Большинство из них являются местными или происходят из бореальной зоны Северной Америки. Они зимостойки и устойчивы к загрязнению воздуха, мало требовательны к почвенному плодородию. Во **вторую группу** включены виды со сниженным жизненным состоянием ($K_j = 1,4-1,5$): арония, ольха, шиповник, лиственница, сосна, ель, тополь. Для них характерны значительные различия этого показателя между отдельными секторами. В большинстве случаев эти растения хорошо адаптированы к местным условиям, однако могут поражаться вредителями и болезнями. В **третьей группе** растения характеризуются ослабленным состоянием, к ним относятся липа, карагана, черёмуха, малина, ирга, боярышник, жимолость, пихта ($K_j > 1,5$). Они часто повреждаются болезнями и вредителями и чувствительны к загрязнению воздуха.

Нами было рассчитано соотношение растений разных групп жизненного состояния в учётных секторах (рис. 3).

Рис. 3. Соотношение числа растений, относящихся к разным группам жизненного состояния, в зелёных насаждениях г.Сыктывкара

Высокая доля особей третьей группы оказалась в тех секторах (XI, XII, XIII), которые совпали с территориями наибольшего содержания ПАУ в снежном покрове (Габов и др., 2009). Это указывает на несоответствие ассортимента древесных растений экологической обстановке на этих участках, несмотря на сравнительно высокую густоту насаждений.

Берёза применяется во всех типах зелёных насаждений г. Сыктывкара. Ведущее значение она имеет при озеленении внутриквартальных территорий и вдоль автомобильных дорог. Средняя густота – 38,19 экз·га⁻¹. В условиях селитебной зоны г. Сыктывкара по нашим данным средняя высота берёзы составляет 14,4 м, диаметр ствола – 14,7 см. На большинстве секторов более 80% растений берёзы имеют хорошее состояние.

Боярышник используется преимущественно для создания живых изгородей вдоль фасадов зданий. Размещение боярышника на исследованной территории неравномерно, средняя густота – 3,63 экз.·га⁻¹. Для формирования кроны 42,4% растений подвергали регулярной обрезке. Высота необрезанных растений варьирует от 1,2 до 8 м, а обрезанных – не превышает 2 м, диаметр ствола – 7,1 см.

Ива используется преимущественно при внутриквартальном озеленении, средняя густота – 2,46 экз.·га⁻¹, средняя высота - 8,0 м, диаметр ствола – 8,9 см.

Карагана используется для создания живых изгородей в оформлении ландшафтных композиций городских площадей и улиц. Средняя густота – 4,55 экз.·га⁻¹. Обрезке подвергали около 40 % растений. Доля обрезанных растений в секторах XII и XIII превышает 80 %. Средняя высота составляет 3,6 м, диаметр ствола – 3,4 см. Жизненное состояние караганы варьирует в широких пределах. В хорошем состоянии находятся более 50% растений в секторах I, II, IV, VIII+IX и X. В секторах III, VI, XI, XII, XIII, XIV и XV состояние большинства растений удовлетворительное.

Липа встречается преимущественно в четырёх секторах исторически старой части города. На остальной территории отмечают единичные её экземпляры. Средняя густота – 0,59 экз.·га⁻¹, средняя высота - 14,6 м, диаметр ствола – 14,5 см. Жизненное состояние липы на территории города оценивается как удовлетворительное.

В зелёных насаждениях г. Сыктывкара ольха распространена достаточно равномерно, встречается на территориях различного пользования. Средняя густота – 2,22 экз.·га⁻¹. Средняя высота ольхи составляет 10,5 м, диаметр ствола – 12,0 см. Жизненное состояние растений в секторах I, II, IV, VIII+IX, X и XII хорошее.

Осина на территории города распределена достаточно равномерно, средняя густота – 2,64 экз.·га⁻¹, средняя высота - 9,6 м, диаметр ствола – 8,5 см. В исторически новой части города (сектора I, II, III и IV) более 90% растений осины находятся в хорошем состоянии. В исторически старой части города (сектора VI, X, XI, XIV, XV) их жизненное состояние значительно снижается. В неудовлетворительном состоянии находятся осиновые насаждения в секторе XV.

Рябина чаще всего встречается в рядовых посадках. Средняя высота растений составляет 7,2 м, диаметр ствола – 8,0 см. Эти показатели практически не связаны друг с другом, поскольку зависят от условий произрастания и жизненной формы. Средняя густота – 7,62 экз.·га⁻¹. Жизненное состояние рябины варьирует. Относительно лучше состояние растений, произрастающих в исторически новой части города в секторах I, II, III и V. Высокая доля рябины в удовлетворительном состоянии отмечена в секторах XIII и XV. В секторах VI, VIII+IX и XIII состояние более 5% неудовлетворительное.

Одной из распространённых в озеленении древесных пород является тополь. Средняя густота – 23,36 экз.·га⁻¹, средняя высота - 22 м, диаметр ствола – 32 см. Относительно хорошее состояние тополевых насаждений отмечено в секторах I, II, III, V, VII, X, XIV, в удовлетворительном состоянии – в секторах VI, VIII+IX, XI, XII, XIII, XV. Наибольшая доля деревьев в неудовлетворительном состоянии выявлена в секторах XII, XIII, XV. Около 30 % деревьев подвержены обрезке «омолаживающим» способом.

В насаждениях города встречаются отдельно стоящие деревья или небольшие группы черёмухи. Средняя густота – 0,56 экз.·га⁻¹, средняя высота – 8,45 м, диаметр ствола – 7,95 см. Лучшее состояние черёмухи отмечено в секторах II и X, их доля составляет около 90%. В удовлетворительном состоянии черёмуха в секторах VI, XI и XIII.

ГЛАВА 5. ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ВРЕДИТЕЛЯМИ И БОЛЕЗНЯМИ В ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ Г. СЫКТЫВКАРА

В настоящей главе представлены результаты оценки повреждений листьев берёзы, боярышника, ивы, караганы, липы, ольхи, осины, рябины, сирени, тополя, черёмухи, которые являются наиболее распространенными древесными растениями на территории г. Сыктывкара. По данным литературы (Шутикова, Юркина, 1996; Евтушенко, 2001; Пестов, 2009, 2011; Мингалева и др., 2011) и неопубликованным материалам, полученным в ходе нашего исследования, в селитебной зоне г. Сыктывкара обнаружено 70 видов членистоногих и 10 видов фитопатогенных грибов, повреждающих листья древесных растений. Видовое разнообразие филлофагов, встречающихся на разных видах растений, распределяется следующим образом: на берёзе отмечено 20 видов и осине – 18, на иве и ольхе – 13, на рябине – 11, на черёмухе и тополе по 5, на липе, карагане и боярышнике по 4, на сирени – 3 вида. В главе даётся характеристика типов повреждений листьев этих растений вредителями и болезнями. В автореферате представлены результаты анализа повреждений двух самых распространенных пород – берёзы и тополя.

Наиболее сильно листья берёзы повреждаются тлями *Hamamelistes betulinus* и *Glyphina betulinae* (табл.3). Часто встречались краевые и дырчатые погрызы, вызванные долгоносиком *Phyllobius argentatus* и гусеницами пядениц. В 2008 и 2009 гг. краевые погрызы составляли в среднем 22–23%, дырчатые 16–18 %, а в 2010 г. произошло существенное снижение их встречаемости. В 2009–2010 гг. произошло увеличение, по сравнению с 2008 г., повреждений листьев берёзы пятнистостями. Максимальное поражение ржавчинными грибами отмечалось в 2009 г. По показателю числа повреждений на лист меньше всего листья берёзы были повреждены в 2010 г.

Таблица 3

Доля поврежденных листьев (%) берёзы в 2008-2010 гг.

Группа повреждений	2008 г	2009 г	2010 г	Среднее
Повреждения насекомыми				
Галлообразование	9,4	11,4	9,6	10,2
Минирование	1,0	0,4	1,3	0,9
Грубое объедание	4,9	2,6	3,7	3,7
Краевые погрызы	22,7	23,1	16,8	20,9
Скелетирование	2,7	4,0	4,0	3,6
Дырчатые погрызы	16,5	17,9	10,8	15,1
Паутинные гнезда	0,2	–	–	0,1
Свертывание листьев	1,4	0,3	0,6	0,8
Сосущими насекомыми	44,3	27,4	24,2	32,0
Повреждения грибами				
Пятнистости	4,7	15,2	13,2	11,0
Ржавчины	3,0	5,7	0,5	3,0
Прочие повреждения				
Хлорозы	3,2	4,6	9,3	5,7
Некрозы	1,6	3,2	3,2	2,7
Число повреждений на лист	1,16	1,16	0,97	1,1

Отмечается значительное различие структуры повреждений листьев берёзы между участками (рис. 4). По результатам кластерного анализа выделяются три кластера. Участки 1, 3, 7, 10 характеризуются высокой долей листьев, повреждённых тлями (от 30 до 40%), однако дырчатых погрызов на листьях значительно ниже (10–15%), чем на участках 2 и 8 (около 20 %). Кластер, объединяющий участки 5, 11 и 12, отличается высокой долей краевых погрызов (>20%) и отсутствием или слабой повреждаемостью ржавчинами. Участки 2 и 4 характеризуются высокой степенью повреждения пятнистостями и, наряду с участком 8, максимальными значениями числа повреждений на лист.

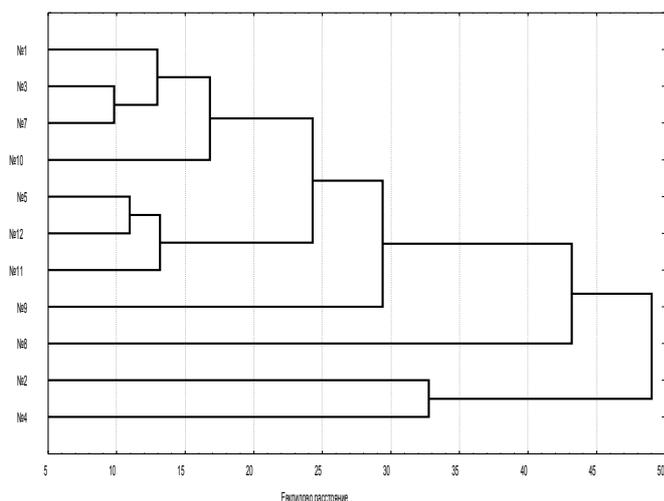


Рис. 4 . Кластерная диаграмма различия обследованных участков по повреждению листьев берёзы.
По оси ординат арабскими цифрами указаны номера участков

Оценка повреждений листьев тополя в г. Сыктывкаре была осуществлена в 2009 и 2010 гг. Повреждения, отмеченные на листьях тополя, относятся к 13 типам, среди них наиболее значимыми были скелетирование, пятнистости и ржавчины (табл. 4). Среди листогрызущих насекомых наиболее обычными были гусеницы совки *Acronicta megacephala*.

Таблица 4

Доля поврежденных листьев (%) тополя в 2009-2010 гг.

Группа повреждений	Внутриквартальное озеленение		Озеленение улиц	
	2009 г	2010 г	2009 г	2010 г
Повреждения насекомыми				
Галловыми клещиками	0,4	0,6	–	–
Галловыми тлями	5,1	0,4	16,6	0,6
Чешуекрылыми минерами	0,3	1,8	3,3	4,3
Грубое объедание	1,9	2,2	10,9	0,9
Краевые погрызы	18,5	13,2	18,9	7,7
Скелетирование	51,5	35,9	45,6	13,7
Дырчатые погрызы	13,2	4,9	16,9	2,7
Свертывание листьев	0,1	1,0	–	0,3
Сосущими насекомыми	7,6	16,2	27,0	8,7
Повреждения грибами				
Пятнистости	62,1	5,9	32,4	8,6
Ржавчины	36,5	25,0	35,1	9,4
Прочие повреждения				
Хлорозы	0,8	11,1	–	22,6
Некрозы	6,9	19,2	47,2	45,2
Число повреждений на лист	2,0	1,4	2,5	1,2

На рис. 5 представлены результаты кластерного анализа структуры повреждений листьев тополя на участках, расположенных во внутриквартальной застройке. Выделяются два кластера. В первый кластер входят участки 1, 2, 3, 6, 7, 10, 12, 14, 16, во

второй – 5, 8, 9, 13, 15. Структура повреждений листьев тополя, входящих в первый кластер, отличается повышенной долей скелетирования и пятнистостей. На участках второго кластера чаще встречаются ржавчины.

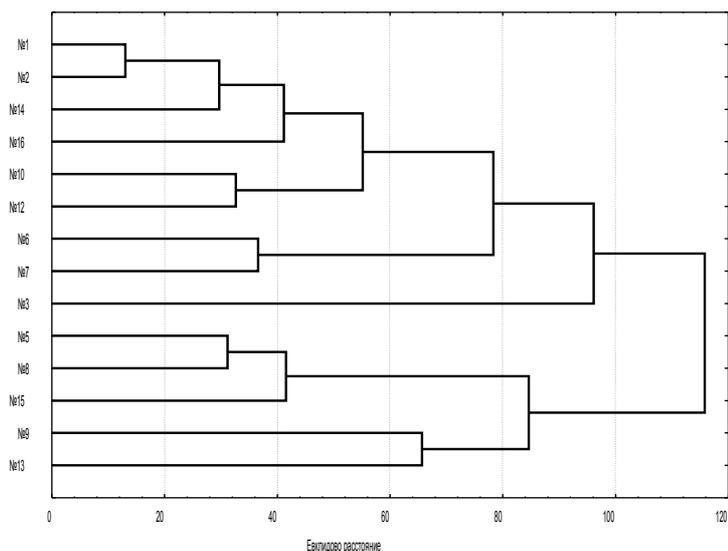


Рис. 5. Кластерная диаграмма различия участков, расположенных во внутриквартальной застройке по повреждению листьев тополя

Результаты дисперсионного анализа показали (табл. 5), что большинство групп повреждений зависит от погодных условий в год проведения наблюдений. Особенно это проявляется на участках, расположенных вдоль автомагистралей.

Таблица 5

Оценка пространственно-временных изменений повреждения листьев тополя в г. Сыктывкаре методом дисперсионного анализа

Группа повреждений	Внутриквартальное озеленение						Озеленение улиц					
	год			участок			год			участок		
	F	p	D	F	p	D	F	p	D	F	p	D
Повреждения насекомыми												
Галловыми клещиками	0,06	0,806	0,3	0,80	0,643	44,2	–	–	–	–	–	–
Галловыми тлями	26,01	<10⁻⁴	49,5	1,41	0,288	29,6	146,55	<10⁻⁵	90,3	0,97	0,515	4,8
Минирование	9,00	0,012	31,9	0,74	0,683	29,1	0,31	0,591	1,9	1,00	0,500	49,0
Грубое объедание	0,77	0,398	2,8	1,43	0,281	57,2	159,65	<10⁻⁵	92,4	0,64	0,728	3,0
Краевые погрызы	2,27	0,160	6,5	1,97	0,138	62,0	34,79	<10⁻⁴	63,7	1,48	0,297	21,6
Скелетирование	6,29	0,029	12,0	3,20	0,033	67,1	54,77	<10⁻⁵	73,8	1,42	0,314	15,4
Дырчатые погрызы	5,09	0,045	25,6	0,35	0,954	19,1	87,94	<10⁻⁵	88,3	0,45	0,857	3,7
Свертывание листьев	10,92	0,007	33,2	1,00	0,500	33,4	2,00	0,195	11,1	1,00	0,500	44,4
Сосущими насекомыми	2,56	0,138	8,1	1,63	0,215	56,9	31,34	0,001	51,0	2,77	0,085	36,0
Повреждения грибами												
Пятнистости	31,56	<10⁻⁴	59,4	0,97	0,523	20,0	66,45	<10⁻⁵	70,3	2,52	0,107	21,3
Ржавчины	4,69	0,053	8,4	3,65	0,021	71,9	15,93	0,004	44,1	1,52	0,283	33,7
Прочие повреждения												
Хлорозы	7,93	0,017	26,7	0,98	0,516	36,2	26,85	0,001	62,7	1,00	0,500	18,7
Некрозы	3,75	0,079	15,9	0,81	0,634	37,6	0,05	0,833	0,3	1,34	0,345	57,1

Примечание. F – критерий Фишера, p – значимость различия дисперсий, D – интенсивность влияния фактора в %, жирным шрифтом выделены значения $P < 0,05$.

Структура повреждения листьев разных пород существенно различается (рис. 6). Достаточно близки оказались тополь и осина, относящиеся к одному роду, хотя осина – из местной флоры, а тополь – интродуцированный. Эти породы характеризуются сильным повреждением листьев скелетированием. В отдельный кластер выделяется группа местных растений берёзы, рябины, ивы и ольхи. Ведущими группами вредителей для них

являются тли и листогрызущие насекомые. Последние часто являются полифагами и могут повреждать все эти породы.

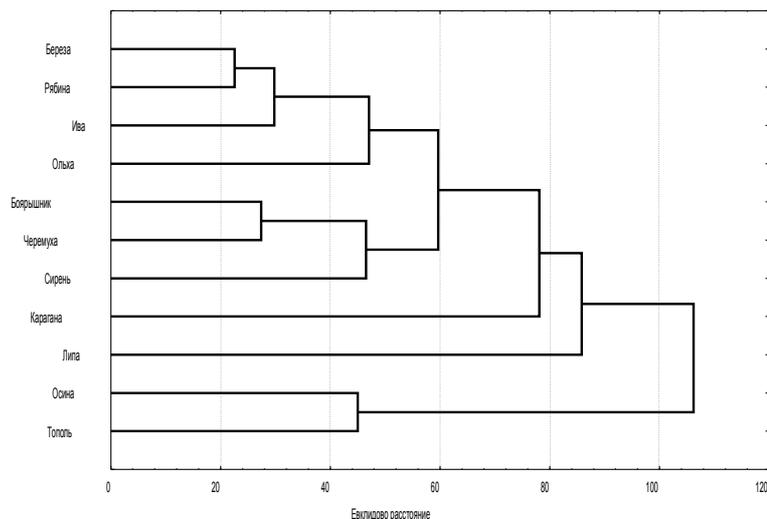


Рис. 6. Дендрограмма сходства структуры повреждений листьев древесных растений в г. Сыктывкаре.

Устойчивость древесных пород можно сравнить по такому показателю, как число повреждений на лист. К первой группе достаточно устойчивых пород относятся сирень, берёза и черёмуха (число повреждений на лист от 0,5 до 1,25). К группе среднеустойчивых пород могут быть отнесены боярышник, рябина, карагана и ива (число повреждений на лист от 1,3 до 1,8). Слабо устойчивыми к повреждениям являются ольха, тополь, осина и липа (число повреждений на лист более 1,8).

ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ И ПУТИ ИХ ОПТИМИЗАЦИИ

По времени застройки и антропогенной нагрузке исследованная территория г. Сыктывкара может быть разделена условно на две части, которые отличаются по нашим данным по видовому составу древесных растений, структуре доминирования, параметрам их биологического разнообразия и жизненного состояния. К исторически старой части города относятся сектора VIII-IX, X, XI, XII, XIII, XIV и XV. Сумма ПАУ здесь превышает фоновый уровень в 100 раз (Габов и др., 2009). Исторически новая часть города включает сектора I, II, III, IV, V, VI и VII. Сумма ПАУ в этой части, обозначенной авторами как «зелёная зона», превышает фоновый в 30 раз. В исторически старой части города насаждения более разнообразны ($H \geq 2$). Доля берёзы в озеленении большинства секторов ниже 40%. Общее состояние деревьев и кустарников снижено ($K_j > 1,3$). В исторически новой части города видовое разнообразие насаждений ниже, чем в старой ($H < 2$). Доля берёзы превышает 40 %, за исключением сектора IV, в котором преобладает рябина. Насаждения находятся в хорошем состоянии ($K_j \leq 1,3$).

На основании густоты насаждений и индекса Шеннона нами проведена классификация насаждений центральной части г. Сыктывкара (рис. 7). В квадрате «А» густота насаждений выше средних значений, но снижено видовое разнообразие. На этой территории можно рекомендовать замену особей с низкими показателями жизненного состояния наиболее распространённых видов на породы более устойчивые, но более редкие. В квадрате «В» насаждения с высокой густотой и разнообразием древесных растений. В них необходимо проводить мероприятия, направленные на увеличение жизненного состояния растений. Насаждения в квадрате «С» характеризуются высоким разнообразием, однако густота их снижена. В квадрате «D» отмечены низкая густота и разнообразие деревьев и кустарников. На этих территориях можно рекомендовать проведение работ по компенсационному озеленению с использованием

различных пород.

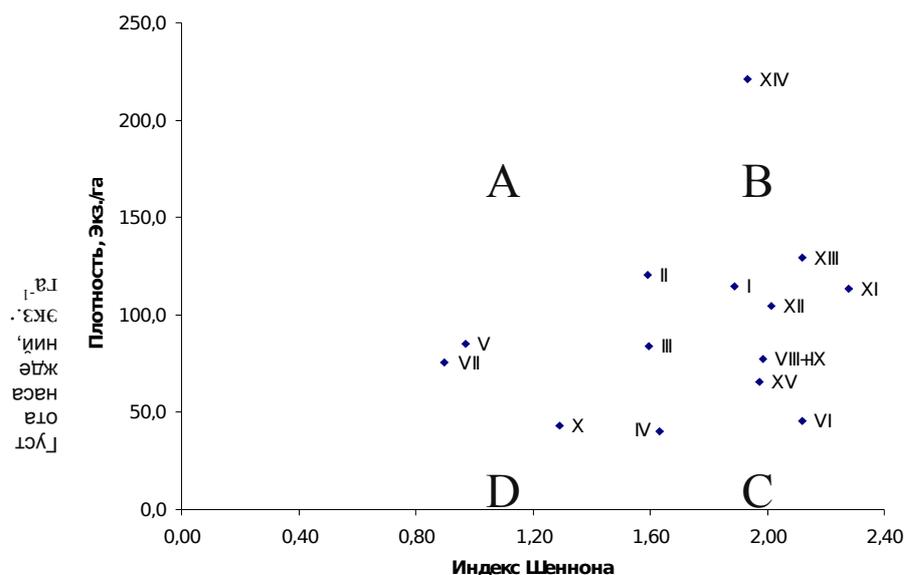


Рис. 7. Классификация зелёных насаждений г. Сыктывкара по признакам разнообразия и густоты насаждений. (I-XV – номер сектора)

В целях эффективного управления количеством и качеством зелёного фонда г. Сыктывкара разработана схема организации работ по содержанию и защите зелёных насаждений (рис. 8). В главе приводится рекомендуемая пошаговая инструкция по выполнению различных мероприятий на территориях, закрепленных за балансосодержателями.

ВЫВОДЫ

1. В центральной части г. Сыктывкара произрастает 70 видов древесных растений, из них 30 видов являются представителями местной флоры и 40 видов – интродуцентами. В зелёных насаждениях относительное обилие *Betula pendula* и *B. pubescens* составило 41,9 %, *Populus balsamifera* – 26 %. Густота древесных растений в насаждениях варьирует от 46 до 221 экз.·га⁻¹.
2. В условиях города хорошее жизненное состояние ($K_j < 1,3$) сохраняют берёза, вишня, ива, калина, клён, осина, пузыреплодник, рябина, сирень, смородина, яблоня, ясень. Сниженное жизненное состояние ($K_j = 1,4-1,5$) имеют арония, ольха, шиповник, лиственница, сосна, ель, тополь. Ослабленным состоянием ($K_j > 1,5$) характеризуются липа, карагана, черёмуха, малина, ирга, боярышник, жимолость, пихта.
3. В районе исследований обнаружено 70 видов членистоногих и 10 видов фитопатогенных грибов, повреждающих листья древесных растений. У наиболее распространённых видов растений выявлены разные типы повреждений. У тополя и осины отмечена высокая степень повреждения листовых пластинок скелетированием, у берёзы, рябины, ивы и ольхи – тлями и листогрызущими насекомыми. На примере *Populus balsamifera* показано возрастание при увеличении антропогенной нагрузки повреждаемости листьев сосущими насекомыми и амплитуды межгодовых колебаний встречаемости разных типов повреждений.
4. По устойчивости к повреждениям вредителями и болезнями древесные растения разделены на три группы: устойчивые – сирень, берёза и черёмуха, среднеустойчивые – боярышник, рябина, карагана, ива, и слабоустойчивые к биоповреждениям – ольха, тополь, осина, липа.
5. Предложено проведение зонирования территории города с учётом видового состава древесных растений, структуре их обилия, показателям жизненного состояния.

Разработана схема организации мероприятий по содержанию и защите озеленённых территорий г. Сыктывкара.

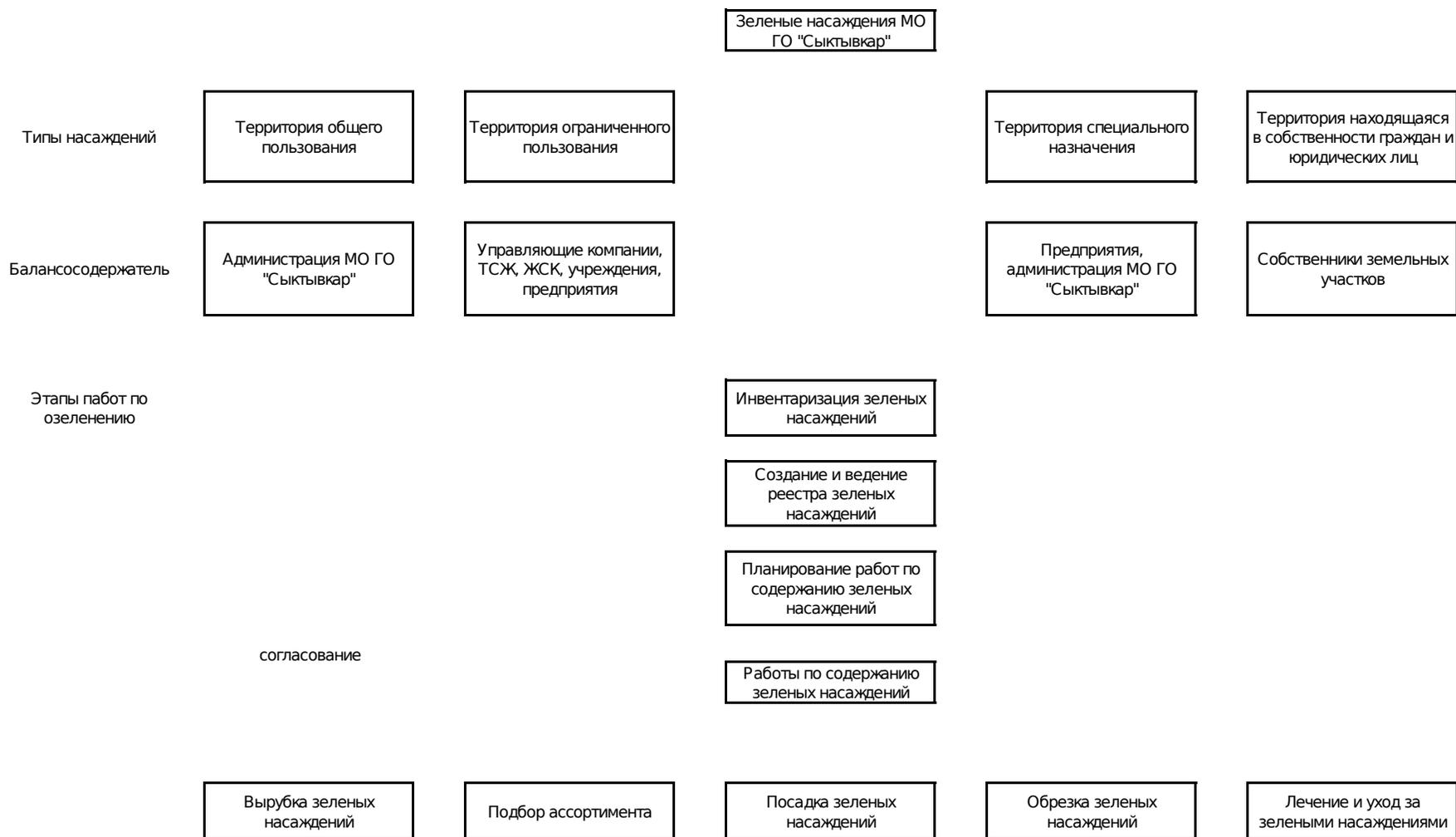


Рис. 8. Блок-схема организации работ по содержанию зелёных насаждений

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

в изданиях, рекомендованных ВАК:

Мингалева Н.А., Пестов С.В., Оценка состояния тополевых насаждений города Сыктывкара // Теоретическая и прикладная экология, 2011. № 1. С. 38-44.

Мингалева Н.А., Пестов С.В., Загирова С.В. Жизненное состояние и биоповреждение листьев деревьев в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Сибирский экологический журнал, 2011. Т. 18. №. 3. С. 415–425.

в прочих изданиях:

Мингалева Н.А., Пестов С.В. Биоповреждения листьев осины (*Populus tremula* L.) и ивы (*Salix* sp.) в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы XVI молодежной научной конф. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2009, С.131-132.

Мингалева Н.А., Пестов С.В. Жизненное состояние и биоповреждения листьев тополя в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Материалы всероссийский научно-практический конференции с международным участием. Киров, 2009. Вып VII, Ч. 1. С.113-116.

Мингалева Н.А., Пестов С.В. Биоповреждения листьев осины (*Populus tremula* L.) и ивы (*Salix* sp.) в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы XVI молодежной научной конф. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2009, С.131-132.

Пестов С.В., **Мингалева Н.А.** Жизненное состояние и биоповреждения листьев интродуцированных деревьев и кустарников в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов, Т. 3. Тольятти, ТГУ, 2009, С. 334-340.

Пестов С.В., **Мингалева Н.А.,** Загирова С.В. Биоповреждения листьев березы (*Betula* sp.) в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Проблемы региональной экологии в условиях устойчивого развития. Материалы всероссийский научно-практический конференции с международным участием. Киров, 2008, Вып VI, Ч. 2 – С. 132-135.

Тимушев А.О., **Мингалева Н.А.,** Пестов С.В. Пространственно-временные изменения повреждения листьев тополя в зелёных насаждениях города Сыктывкара // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы XVII молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2011. С. 208-210

Мингалева Н.А. Структура, размещение и жизненное состояние зелёных насаждений г. Сыктывкара // Актуальные проблемы биологии и экологии: Материалы XVII молодежной научной конференции Института биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2011. С. 38-40.