

Электронный архив УГЛТУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный
лесотехнический университет»

Л.И. Аткина
М.В. Жукова

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ
ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ТРЕТЬЕЙ ВЕЛИЧИНЫ
И КРУПНЫХ КУСТАРНИКОВ
В УЛИЧНЫХ ПОСАДКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА**

Монография

Екатеринбург
2017

УДК 712.41(470.54-25)

ББК 42.37.1

A92

Рецензенты:

директор ботанического сада УрО РАН И.В. Петрова;
ведущий научный сотрудник УрО РАН Ботанический сад,
д-р с.-х. наук, А.П. Кожевников

Аткина, Л.И.

A92

Особенности формирования надземной фитомассы деревьев третьей величины и крупных кустарников в уличных посадках Екатеринбурга [Электронный ресурс]: монография / Л.И. Аткина, М.В. Жукова. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2017. – 5,85 Мб. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Мин. системные требования: IBM Intel Celeron 1,3 ГГц; Microsoft Windows XP SP3; Видеосистема Intel HD Graphics; дисковод, мышь. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-94984-645-2

Впервые для условий города Екатеринбурга определена вертикальная структура стволовой и кроновой фитомассы у боярышника кроваво-красного, клена ясенелистного, рябины обыкновенной, яблони ягодной. Выявлены особенности ее накопления и распределения. Определена связь надземной фитомассы с таксационными показателями деревьев. Получены характеристики листовой массы и листовой поверхности у исследуемых видов. Дана характеристика пылеудерживающей способности листовых пластинок.

Монография внесет большой вклад в подготовку современных специалистов в области ландшафтного строительства. Рекомендовано преподавателям и обучающимся в высших учебных заведениях по соответствующим направлениям.

Издается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного лесотехнического университета.

УДК 712.41(470.54-25)

ББК 42.37.1

ISBN 978-5-94984-645-2

© ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 2017

© Аткина Л.И., Жукова М.В., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Характеристика природно-климатических условий	
Екатеринбурга	5
1.1. Географическое местоположения Екатеринбурга	5
1.2. Общие черты климата	6
1.3. Характеристика почвенного покрова	8
Глава 2. Программа и методика исследований	9
2.1. Методики исследований	9
2.2. Характеристика объектов исследования и объем работ	12
Глава 3. Особенности роста в условиях уличных посадок	13
3.1. Динамика роста по диаметру	15
3.2. Динамика роста по высоте	16
3.3. Динамика роста по объему	19
Глава 4. Особенности формирования надземной фитомассы	20
4.1. Надземная фитомасса боярышника кроваво-красного	24
4.2. Надземная фитомасса яблони ягодной	26
4.3. Надземная фитомасса рябины обыкновенной	28
4.4. Надземная фитомасса клена ясенелистного	30
4.5. Особенности вертикальной структуры надземной фитомассы у изученных видов	32
Глава 5. Площадь листовой поверхности	35
5.1. Особенности формирования листовой поверхности	36
5.2. Средняя площадь листовой пластинки у изученных видов	38
5.3. Особенности распределения листовой поверхности	40
Глава 6. Особенности пылеудерживающей способности у яблони ягодной, боярышника кроваво-красного, рябины обыкно- венной и клена ясенелистного	42
Заключение	46
Список литературы	48
Приложение 1. Характеристика объектов исследования	58
Приложение 2. Биологическая характеристика изученных видов	60
Приложение 3	
3.1. Надземная фитомасса модельных деревьев бо- ярышника кроваво-красного	65
3.2. Надземная фитомасса модельных деревьев яблони ягодной	66
3.3. Надземная фитомасса деревьев рябины обыкно- венной	67
3.4. Надземная фитомасса деревьев клена ясенелист- ного	68

Приложение 4

4.1. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев боярышника кроваво-красного	69
4.2. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев яблони ягодной	70
4.3. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев рябины обыкновенной	71
4.4. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев клена ясенелистного	72

Приложение 5

5.1. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев боярышника кроваво-красного	73
5.2. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев яблони ягодной	74
5.3. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев рябины обыкновенной	75
5.4. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев клена ясенелистного	76

ВВЕДЕНИЕ

Важным элементом природного каркаса урбоэкосистем и средством улучшения его градостроительных качеств выступает система озеленения (Авдеева, 2008).

Актуальность изучения жизнедеятельности и экологической роли древесных растений в городах понимается многими известными учеными (Антипов, 1979; Бухарина, 2009; Горышина, 1991; Гудериан, 1979; Илькун, 1971, 1978; Кулагин, 1974; Николаевский, 1979, 2002; Неверова, 2001, 2003; Кавеленова 2003; Сергейчик, 1984; Dassler, 1976 и др.). Тем не менее в Екатеринбурге, одном из крупнейших городов страны, до сих пор недостаточно изучены насаждения, в том числе деревья третьей величины и крупные кустарники. Создание и сохранение оптимальных условий для проживания человека в условиях города возможно только при обеспечении экологического баланса среды, в связи с чем необходим учет и анализ свойств произрастающих древесных растений.

Впервые для условий Екатеринбурга определена вертикальная структура стволовой и кроновой фитомассы у боярышника кроваво-красного, клена ясенелистного, рябины обыкновенной, яблони ягодной. Выявлены особенности ее накопления и распределения. Определена связь надземной фитомассы с таксационными показателями деревьев. Получены характеристики листовой массы и листовой поверхности у исследуемых видов. Дана характеристика пылеудерживающей способности листовых пластинок.

Глава 1

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЕКАТЕРИНБУРГА

1.1. Географическое местоположение Екатеринбурга

Екатеринбург и его ближайшие окрестности расположены на рубеже восточных предгорий Среднего Урала (Восточно-Уральских увалов) и Зауральской складчатой возвышенности. На широте Екатеринбурга, Урал снижает свою высоту, образуя седловину. Понижения

заняты болотами, что обусловлено кристаллическими и глинистыми горными породами. Большая часть города характеризуется ровной поверхностью. Зауральская складчатая возвышенность, в пределах которой располагается восточная окраина города, характеризуется ровным рельефом (Архипова, 1968, 2001). В рельефе лесопарковой зоны города выделяются две геоморфологические области: увала – холмистая полоса невысоких восточных предгорий; Восточно-Уральских увалов – в западной и центральной частях города, и западная окраина Зауральских складчато-холмистых равнин в восточной его части, граница между ними нерезкая.

Главная водная артерия города – река Исеть – крупный левый приток Тобола. Ее общая длина около 700 км, от истоков до города 30–35 км, а в пределах города – 40 км. Наряду с реками и возникшими на них прудами (Верх-Исетский пруд, Городской и т. д.). Особую достопримечательность Екатеринбурга и его окрестностей составляют озера. Наиболее известные в городской черте озера Шарташ и Шувакиш (Архипова, 1968).

1.2. Общие черты климата

Для Екатеринбурга характерен умеренно-континентальный климат, т.е. умеренно теплый, влажный, с достаточным количеством осадков. Важнейшей характеристикой, определяющей континентальность климата, является годовая температура воздуха. Среднегодовая амплитуда температуры воздуха (разность среднемесячных температур самого теплого и самого холодного месяца в году) составляет 33 °С.

Наибольшее число солнечных дней (29–30) приходится на май-август. Летом солнце светит в основном с 3 до 21 часа, зимой с 7 до 17 часов. Лето в Екатеринбурге умеренно теплое, средняя температура июля 16,5–18,5 °С. Зима холодная, температура самого холодного месяца января –16-17 °С (табл. 1.)

Верхние слои почвы оттаивают в середине апреля, а более глубокие – в конце мая. В этот период наиболее интенсивно нагревается поверхностный слой почвы. Температура его от марта к апрелю и от апреля к маю повышается на 10–11 °С (Каменский, 1955).

Екатеринбург относится к зоне достаточного увлажнения. За год выпадает 430–500 мм осадков. За вегетационный период выпадает 225–250 мм. Средняя из наибольших высот снежного покрова за зиму на открытых участках 40–50 см. В среднем за год на долю твердых осадков приходится 24 %, на долю жидких – 65 % и на долю смешан-

ных –11 % . С мая по сентябрь в основном выпадают жидкие осадки, с ноября по март – твердые. В переходные сезоны могут выпадать все виды осадков.

Таблица 1

Температурный режим воздуха в Екатеринбурге

Показатель	Месяц года												Среднее
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
$t, ^\circ\text{C}$	-15	-13	-7	2,6	10	16	17	15	9,2	1	-7	-13	1,2

Наименьшее количество осадков выпадает в феврале 13–14 мм. В апреле – мае наблюдается постепенное их увеличение от 20 до 48 мм. Больше всего осадков выпадает в июле 77–78 мм. В августе наблюдается уменьшение до 67–70 мм, а в сентябре уже до 44–42 мм.

Для Екатеринбурга характерны умеренные ветры. Повторяемость ветров, скоростью 2–5 м/сек, составляет 56,9 % всех случаев. Холмистый рельеф города, строение различной высоты, наличие площадей, парков, широких улиц изменяет основное направление ветра и искажает поле скоростей. Ветер часто дует вдоль прямых и длинных улиц, образуя при выходе на площади завихрения. В хорошую теплую погоду в Екатеринбурге возникает местная циркуляция. Более теплый воздух в центре города, поднимающийся вверх, заменяется внизу более холодным, притекающим с окраин. Местные завихрения при определенных термических различиях могут возникать на улицах между теневой и солнечной сторонами, а также между скверами и перегретыми площадями. По отношению к общему потоку воздуха город является тормозящим препятствием, поэтому на небольших высотах ветер ослабевает.

Характерными атмосферными явлениями для Екатеринбурга являются туман и дымка, которые отмечаются в течение всего года. В холодный период часто наблюдается метель, изморозь, реже гололед. Отличительной особенностью летнего периода являются частые грозы, иногда сопровождающиеся градом. Туманы наблюдаются в течение всего года. В теплое время (май–июль) туманных дней почти одинаковое количество в течение всего года. С октября по март туманы наблюдаются значительно чаще.

1.3. Характеристика почвенного покрова

В настоящее время все центральные улицы города и большинство улиц на его окраинах заасфальтированы. Открытый естественный грунт сохранился лишь в газонах, скверах, садах, парках. Исследования городских почв показали, что большую часть города (его сели-тебную часть) составляют так называемые насыпные и перемешанные почвы и почвогрунты; рН солевой вытяжки исследованных искусственных почв колеблется от 5,4 до 7,5. На объектах, удаленных от проезжей части, почвы имеют реакцию среды, близкую к нейтральной. (Сродных, Нечаева, 2008).

Растительность. Главное естественное богатство города составляют леса. Коренной тип растительности восточного склона Среднего Урала – сосновые боры. На территории города кое-где остались небольшие участки сосняков (ВТУЗ городок, Уралмашзавод, Центральный парк культуры и отдыха им. Маяковского). В настоящее время доля зеленых насаждений общего пользования составляет 23 м² на одного человека. Это неплохой показатель, но структура насаждений такова, что на окраинах множество парковых зон, а в середине — «каменная» пустыня. Большинство городских насаждений были созданы в 50-гг. XX в. и довольно значительная для насаждений еще раньше – в 30-гг. В это время популярностью пользовались быстро растущие породы: тополь бальзамический, клен ясенелистный, черемуха Макка и др. К началу XXI в. больше половины городских объектов озеленения находятся в неудовлетворительном состоянии и требуют реконструкции. Особенно это относится к насаждениям на улицах, которые находятся в экстремальных условиях произрастания: пыль, выхлопные газы, солесодержащие противогололедные смеси и др.

Экологическая ситуация в Екатеринбурге. Свердловская область по уровню загрязнения относится к наиболее неблагоприятным регионам Российской Федерации. Екатеринбург входит в список 40 городов России с критической экологической обстановкой, река Исеть оценивается как «Сильно загрязненная» (Государственный доклад..., 2016). К основным источникам, загрязняющим атмосферу, относятся промышленные, топливно-энергетические предприятия и транспорт. Автомобильный транспорт – главный загрязнитель атмосферы. По объему выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников Свердловская область на втором месте по России. Объем загрязняющих веществ в воздухе в расчете на одного жителя составляет 200–400 кг/чел.

Ежегодно в атмосферу воздуха Екатеринбурга выбрасывается до 26 тыс. т загрязняющих веществ от стационарных источников и более 100 тыс. т от автотранспорта. Таким образом, выбросы от автотранспорта почти в 4 раза превышают валовый выброс от промышленных предприятий. Причем с 1995 г. идет постоянное увеличение выбросов от автотранспорта. Если в 1995 г. они составляли 68,5 % от общего количества выбросов, то в 2016 г. – уже 95 %.

**ПРОГРАММА И МЕТОДИКА
ИССЛЕДОВАНИЙ**

2.1. Методики исследований

Проводилась полная ситуационная привязка объекта к окружающей застройке. Фиксировалось расположение объектов относительно магистралей, ориентация по сторонам света, протяженность посадок, близость крупных зданий и т.д.

В работе использованы следующие методики:

1. Таксация насаждений и отдельных деревьев.

Все работы по таксации насаждений, отбору и обмеру модельных деревьев проводились в соответствии с общепринятыми в таксации методиками (Захаров, Аначун, Третьяков Н.В. и др., Нагимов, Портянко и др.) и разработками, предложенными для таксации городских насаждений (Артемьев, 2007).

На всех участках проводился сплошной перечет деревьев с определением их происхождения и биометрических показателей.

Возраст определялся как на основании биометрических показателей (высота, диаметр, состояние коры в нижней части ствола), так и по данным, полученным в комитете благоустройства Администрации Екатеринбурга. Высота деревьев определялась с помощью высотомера «Метра» и рейки.

Диаметр на высоте груди и диаметр у основания ствола определялся штангенциркулем как среднее из двух взаимоперпендикулярных измерений, с точностью до 0,1 см. Все изученные деревья группировались по ступеням толщины – 2 см.

2. Инвентаризация насаждений.

Для проведения работ по инвентаризации были использованы методики инвентаризации зеленых насаждений, разработанные ЖКХ (при составлении методики работ были учтены рекомендации из «Методики инвентаризации городских зеленых насаждений», 1997 г.), несколько видоизмененные и усовершенствованные разработками кафедры ландшафтного строительства Уральского государственного лесотехнического университета. Это, прежде всего, касается более детального и точного в измерениях описания биометрических показателей каждого дерева.

При инвентаризации насаждений дополнительно к таксационным показателям определялись:

- штаб мерной рейкой как расстояние между корневой шейкой и первой живой ветвью дерева, с точностью до 0,1 м;
- диаметр кроны как среднее между двумя взаимоперпендикулярными измерениями проекции кроны на горизонтальную поверхность;
- санитарное состояние растений оценкой жизнестойкости в условиях городской среды, особенностями роста и развития. Оценка велась по следующим признакам:

- 1 – неудовлетворительное состояние;
- 2 – удовлетворительное;
- 3 – хорошее;
- 4 – количество стволиков в кусте.

3. Определение фитомассы.

Для определения фитомассы деревьев были взяты модельные деревья из расчета одно дерево от каждой ступени толщины для каждого вида (Аткин, 1974). Систематическая выборка их формируется в соответствии с рядом распределения деревьев по диаметру. Модельные деревья отбирались средними по диаметру, высоте и размерам кроны для ступени толщины в пределах всего диапазона варьирования их диаметров на обследованных объектах. Изученные виды образуют многоствольные формы, но нами на первом этапе исследований отбирались одноствольные экземпляры. Модельные деревья спиливались у самого основания ствола. У каждого модельного дерева измеряли высоту от шейки корня до вершины с точностью до 0,1 см. По годичным кольцам на пне определяли возраст. Для определения стволовой массы раскряжевывали ствол на 10 равных частей длиной в 0,1 высоты. Каждый отрезок ствола взвешивали с точностью до 50 г и из

них выпиливали кружки для определения хода роста и количества влаги в древесине.

Масса крон учитывалась весовым способом непосредственно на месте. С каждого полученного отрезка спиливали ветви, сразу же взвешивали их. Для определения массы листьев у всех деревьев, поскольку они достаточно молодые, обрывались листья полностью. После этого ветви взвешивались снова, и по разности определялась масса листьев.

У всех модельных деревьев бралась средняя навеска ветвей и листьев для определения их влажности и показателей фитомассы кроны.

Все образцы взвешивались сразу же после рубки и в лабораторных условиях высушивались в сушильных шкафах при температуре +104 °С до абсолютно сухого состояния.

4. Определение объемов ствола.

Для определения объемов ствола использовали сложную формулу Смалиана Анучин, 1982; Загреев, 1975):

$$V_{ств} = l \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + \dots + g_{n-1} \right) + V_{верш},$$

где $V_{ств}$ – объем ствола;

$g_0, g_n, g_1, g_2, g_{n-1}$ – площади сечений на концах отрезков;

$V_{верш}$ – объем вершинки.

Объем вершинки определяли по формуле

$$V_{верш} = g_{осн} \frac{h}{3},$$

где $g_{осн}$ – площадь сечения основания конуса;

h – длина вершинной части ствола.

5. Определение площади листовой поверхности и пылеудерживающей способности.

Для определения площади листовой поверхности, а также количества осевшей пыли сбор материала проводили после остановки роста листьев (в средней полосе начиная с августа). Каждая выборка включала в себя 100 листьев. Листья с одного растения хранились отдельно для того, чтобы в дальнейшем можно было проанализировать полученные результаты индивидуально для каждой особи. Все листья, собранные для одной выборки, складывали в полиэтиленовый пакет, туда же вкладывали этикетку. На этикетке указывали номер

выборки, место сбора (делая максимально подробную привязку к местности) и дату сбора.

Все листья собирались из нижней части кроны дерева. Со стороны дороги. Размер листьев был сходным, средним для данного растения. С растения собиралось несколько больше листьев, чем требуется, на тот случай, если часть листьев из-за повреждений не сможет быть использована для анализа.

С полученных образцов делалась смывка. Затем вода процеживалась через предварительно взвешенную фильтровальную бумагу, которая затем высушивалась в сушильных шкафах при температуре +104 °С. По разнице в весе определялось количество загрязнений на листьях.

Определение площади листовой поверхности проводилось по методике Уткина (Уткин, 1986).

Для графического представления данных и разработки уравнений использовались средства построения диаграмм и анализ данных приложения Excel, входящего в пакет Microsoft Office 2003.

2.2. Характеристика объектов исследования и объем работ

Выбору объектов исследований предшествовало детальное изучение экологической обстановки, природно-климатического фона и натурное обследование объектов озеленения г. Екатеринбурга.

В качестве объектов исследования использовались древесные породы, которые широко представлены в городе: рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia* L), боярышник кроваво-красный (*Crataegus sanguinea* L), клен ясенелистный (*Acer negundo* L), яблоня ягодная (*Malus Baccata* L). В прил. 1 приведена морфологическая характеристика видов, так как именно морфология влияет на показатели распределения фитомассы.

Эти виды, по нашим наблюдениям, являются наиболее распространенными в уличных посадках Екатеринбурга. Ранее в центральной части преобладали посадки яблони ягодной, на окраинах клена ясенелистного. Боярышник высаживался в огромных количествах вдоль всех автотрасс, бульваров, детских площадок, во дворах домов, больниц и школ. В настоящее время клен ясенелистный является привычным растением центральных улиц. По своему присутствию он уступает только тополи бальзамическому и липе мелколистной, достигая 20 % в посадках. В литературе множество негативных

характеристик данного вида. Клён ясенелистный – это действительно опасный инвазионный вид, натурализовавшийся интродуцент. При отсутствии ухода за насаждениями представляет серьезную угрозу из-за своей очень высокой экологической пластичности. Его называют дерево-паразит. Но реальность такова, что он значительно представлен на улицах города, поэтому необходимо оценить его экологическую роль.

Небольшие деревья и кустарники являются очень удобным материалом для озеленения, они не требуют большого пространства, декоративны в различные сезоны года. Боярышник и яблоня дают прекрасные весенние аспекты благодаря своему цветению, рябина и клен — осенью, когда окраска листьев становится ярко-красной и желтой. Рябина, благодаря сохраняющимся гроздьям ягод, прекрасно смотрится и зимой, оживляя монотонные пейзажи городских улиц.

Было обследовано 40 объектов посадок, расположенных в шести административных районах города: Верх-Исетском, Железнодорожном, Кировском, Ленинском, Октябрьском, Чкаловском (прил. 1 и 2).

Для анализа структуры надземной фитомассы было срублено 28 модельных деревьев, 7 деревьев по каждого вида, по одному от каждой ступени толщины. На данном этапе для упрощения задачи отбирались растения, имеющие форму дерева, т. е. 1–2 ствола. Изучение многоствольных кустарниковых форм является задачей будущего.

Глава 3

ОСОБЕННОСТИ РОСТА В УСЛОВИЯХ УЛИЧНЫХ ПОСАДОК

В современных научных работах насаждения на городских объектах ландшафтной архитектуры рассматриваются как живой компонент природы, постоянно трансформирующийся в пространстве и во времени (Николаев, 2003; Сродных, 2004; Сомов, 2009; Скрипальщикова, 1992; Сергейчик, 1985, 1994; Поварницина, 2007; Николаевский, 1998; Неверова, 2003; Мозолевская, 2008; Мусин, Набиуллин, Хайретдинов, Хайрутдинов, Сахипгареев, 2006; Аткина, Табаксблат, 2007; Полюшкин, 1998; Шергина, Михайлова, 2007 и др.). Величина дерева является одним из основных качеств, определяющих художественно-композиционную характеристику деревьев. В процессе роста

и развития древесные растения стареют, теряют свои полезные качества и постепенно отмирают. Это необходимо учитывать при проектировании городских насаждений.

В пределах городских парков, скверов, аллей и бульваров произрастают древесные и кустарниковые растения, которые не формируют полноценных древостоев, т. е. в полной мере отвечающих структуре биогеоценоза, растительных сообществ. Полноценная система озеленения может рассматриваться как одно из обязательных условий устойчивого развития городской среды. Городская среда предъявляет к насаждениям повышенные требования, так как условия произрастания не совпадают с экологическими оптимумами растительных организмов (Кулагин, 1974, 1985; Шуберт, 1988; Гродзинский, 1983; Summit, 1998).

В биометрических параметрах деревьев фиксируется их реакция на условия среды, тем самым морфология дерева отражает ретроспективную информацию о росте растений и изменении среды (Авдеева, 2007; Усольцев, 1988 а, 1995, 1997, 1998, 2005).

В явлении вариабельности параметров роста у растений выделяют две составляющие – изменчивость и пластичность (Злобин, 1975, 1989). Пластичность параметров морфоструктуры возникает в ответ на любые виды стрессов у растений (Grime at al., 1986). В основе пластичности лежит возможность изменения транспорта метаболитов и фитогормонов по телу растения (Jefferies, 1984). Ее оценивают так же, как экологическую степень выносливости организма или сообщества к воздействию факторов среды. М. Вит. Марков (1982) рассматривает пластичность растений как один из способов саморегуляции популяций, в процессе которой выживают те особи, которые способны изменяться, т.е. уменьшать или увеличивать свои размеры в соответствии с условиями среды без ущерба для воспроизводства.

Исследования закономерностей развития деревьев позволяют объективно оценивать различные аспекты их жизнедеятельности, в том числе устойчивость к тем или иным внешним факторам (Аткин, 1997; Барахтенова, 1988; Бухарина, 2007, 2009; Третьяков, 1927; Маслаков, 1981; Дробышев и др., 2003; Wilmers, 1988 и др.).

Особое значение при изучении особенностей роста уделяется таким таксационным показателям, как объем ствола (V), таксационный диаметр (D) и высота (H). В литературе большое внимание уделяется построению кривых роста. Наиболее полно рост растений описывают такие таксационные характеристики, как высота, диаметр и объем ствола. Известно, что они имеют две ветви – возрастающую и

затухающую (Свалов, 1978). Графики от нуля поднимаются вверх до точки первого перегиба вначале медленно, затем быстрее, а после второго перегиба асимптотически приближаются к конечным значениям. Соотношение возрастающей и затухающей частей кривой роста зависит от множества факторов.

3.1. Динамика роста по диаметру

Диаметр ствола дерева является одним из легко определяемых показателей при изучении состояния насаждений.

Поскольку изученные посадки являются относительно молодыми, то полученные кривые описывают рост растений в течение первых десятилетий их жизни (рис. 1). На рисунке видно, что кривые роста по диаметру у рябины обыкновенной, яблони ягодной и боярышника кроваво-красного идут параллельно.

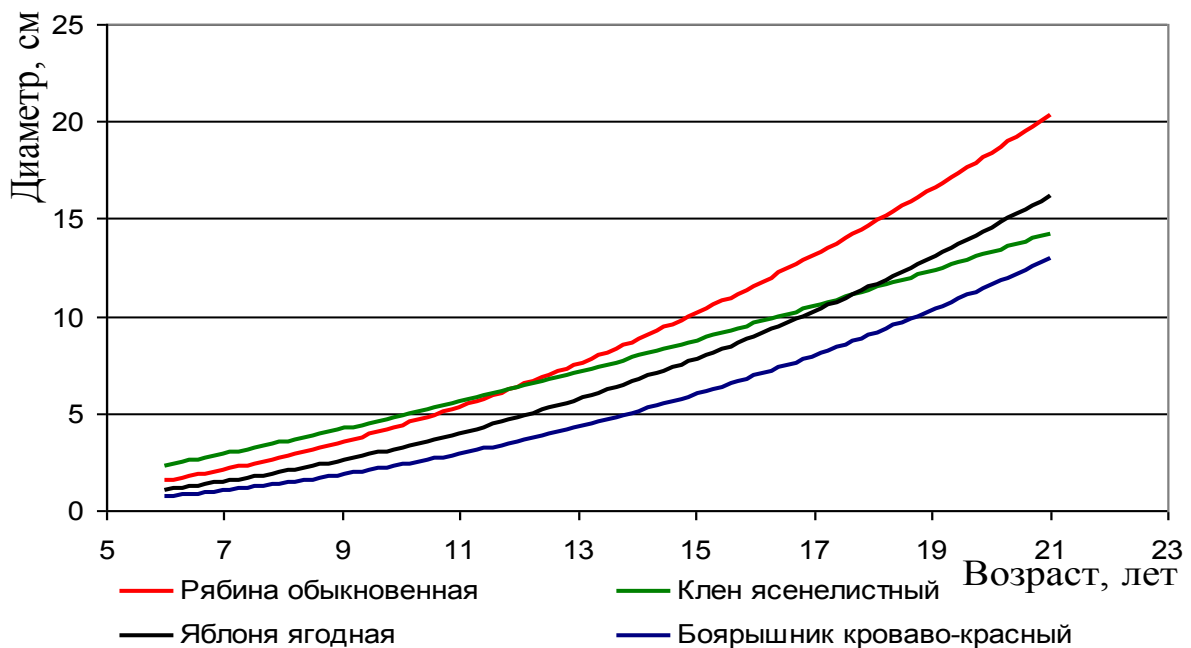


Рис. 1. Динамика роста по диаметру модельных деревьев боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, клена ясенелистного, рябины обыкновенной

Рост клена ясенелистного по диаметру более динамичен в раннем возрасте, что объясняется его порослевым происхождением, но с возрастом он замедляется.

Средние приросты у рябины обыкновенной составляют 0,3 до 0,8 см/год, у клена ясенелистного от 0,3 до 0,7 см/год, у яблони ягодной от 0,2 до 0,7 см/год. Самые низкие приросты по диаметру у боярышника кроваво-красного, они составляют от 0,3 до 0,4 см/год.

Проанализировав графики, нами были составлены уравнения для выражения роста деревьев по диаметру (табл. 2).

Таблица 2

Уравнения зависимости таксационного диаметра от возраста у исследуемых видов, где D – диаметр; см, A – возраст, лет

Вид	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Боярышник кроваво-красный	$D = 0,0114A^{2,3103}$	$R^2 = 0,9808$
Клен ясенелистный	$D = 0,1721A^{1,4505}$	$R^2 = 0,9758$
Рябина обыкновенная	$D = 0,037A^{2,0714}$	$R^2 = 0,9798$
Яблоня ягодная	$D = 0,0219A^{2,1691}$	$R^2 = 0,9604$

Оказалось, что степенная функция дает хорошее приближение к опытным данным. Коэффициент детерминации у всех уравнений выше 0,96, что говорит о высокой тесноте связи между данными показателями.

3.2. Динамика роста по высоте

Определение объема ствола является очень трудоемким процессом, особенно в городских условиях при невозможности вырубки деревьев для его точного определения. Поэтому данные по объему являются весьма ценными для целого ряда вопросов.

Известно, что для определения объема «видовые числа» можно применить лишь к деревьям, выросшим в лесу, т. е. к деревьям высоким, тонким, с ровным стволом без узлов. Для отдельно стоящих ветвистых деревьев нельзя указать подобных общих правил вычисления объема.

В связи с этим за основу расчета объема стволов нами была принята сложная формула Смалиана (Анучин, 1982; Загреев, 1975). На рис. 5 представлены графики зависимости объема стволов деревьев от таксационного диаметра. Поскольку именно диаметр ствола в городских условиях определяется наиболее точно. В свете этого особое значение приобретает выявление особенностей роста по высоте древесных растений в техногенных условиях урбосреды (рис. 2).

Поскольку насаждения молодые, то кривые роста у всех видов характеризуются только возрастающей частью и не достигли точки перегиба. На графике можно увидеть распад кривых на две группы. «Клен ясенелистный – рябина обыкновенная», у этой пары рост в

высоту является более динамичным. Средние приросты составляют 0,3–0,5 м/год соответственно. Рост по высоте у группы «боярышник кроваво-красный – яблоня ягодная» является медленным, а средние приросты составляют 0,3–0,4 и 0,2–0,3 м/год соответственно. К периоду проектной декоративности наибольшей высоты достигают клен ясенелистный – 9,8 м и рябина обыкновенная – 9,4 м (в возрасте 19 лет). В то время как высота боярышника кроваво-красного – 7,7 м (в 20 лет), а яблони ягодной только 6,4 м (в 20 лет).

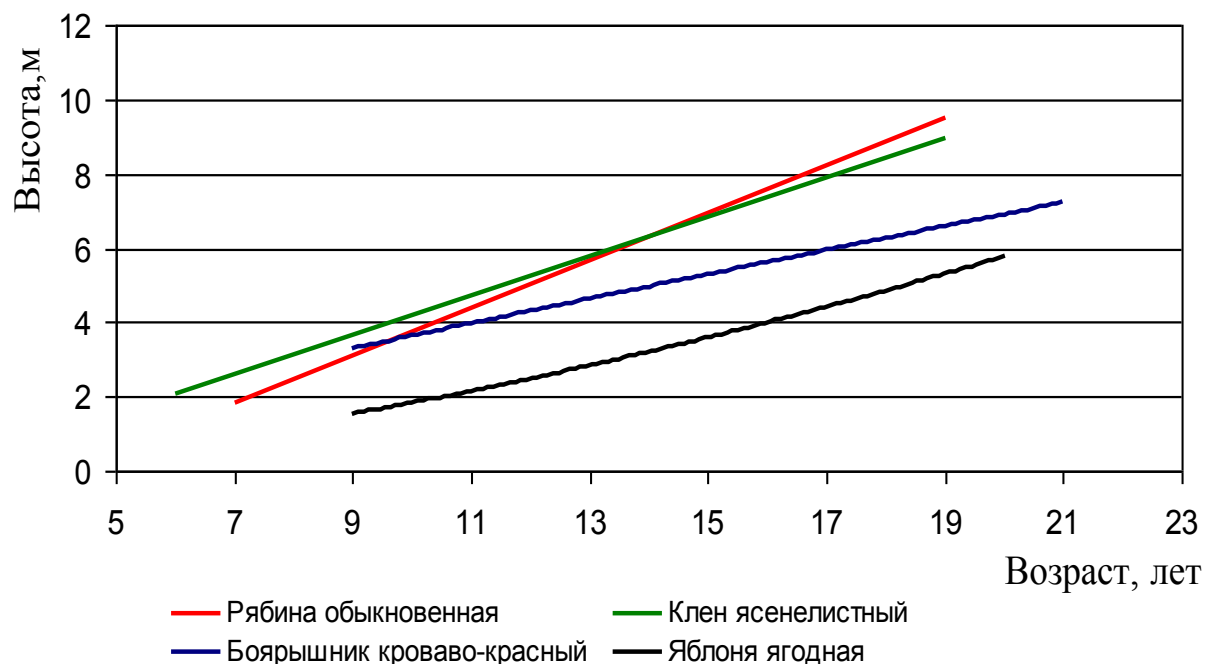


Рис. 2. Возрастная динамика высот боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, клена ясенелистного, рябины обыкновенной

Полученные кривые роста по высоте (табл. 3) подтверждают распад кривых роста на две группы.

Таблица 3

Уравнения зависимости высоты от возраста у исследуемых видов, где А – возраст, лет; Н – высота, м

Вид	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Боярышник кроваво-красный	$H = 0,4303 A^{0,9265}$	$R^2 = 0,9344$
Клен ясенелистный	$H = 0,5288 A - 1,1037$	$R^2 = 0,9738$
Рябина обыкновенная	$H = 0,6424 A - 2,6861$	$R^2 = 0,9566$
Яблоня ягодная	$H = 0,0409 A^{1,6519}$	$R^2 = 0,9339$

Первая «клен ясенелистный – рябина обыкновенная», рост по высоте описывается линейной функцией. Вторая: «боярышник кроваво-красный – яблоня ягодная» – описывается степенной функцией.

Как уже указывали выше, данных по росту и развитию деревьев и кустарников в городской среде явно не достаточно. Обычно используют работу А.И. Колесникова «Декоративная дендрология» (1974), в которой приведены графики роста распространенных древесных растений. Эти данные рассчитаны для условий средней полосы России, подойдут ли закономерности для растений Урала? Сравнение полученных кривых роста по высоте яблони ягодной с данным А.И. Колесникова показаны на рис. 3.

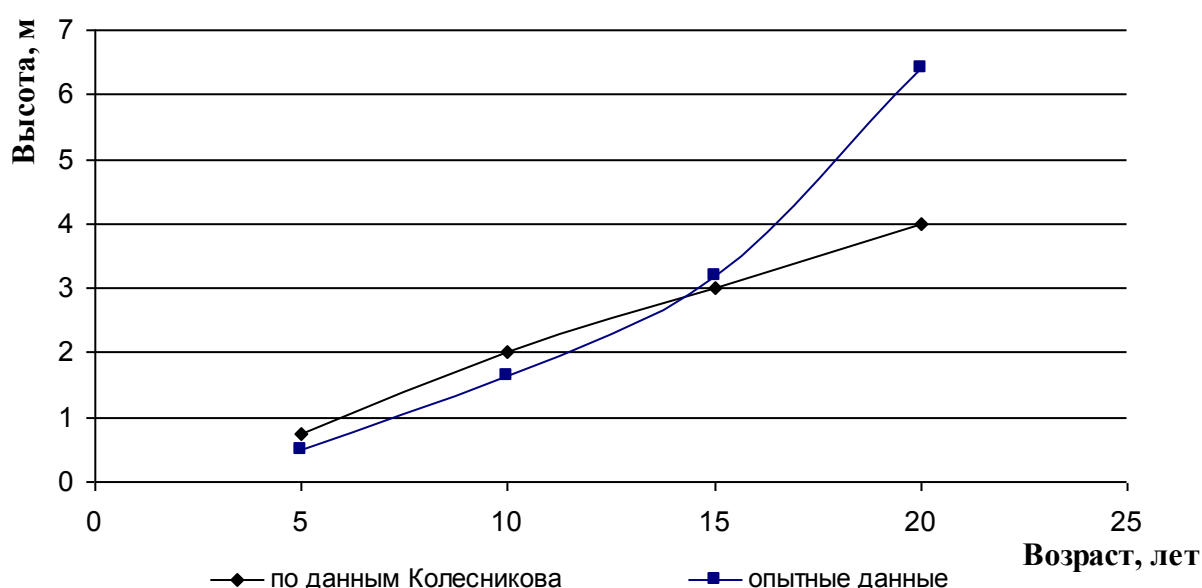


Рис. 3. Сравнительные кривые возрастной динамики высот

Из графика видно, что в общих позициях темпы роста совпадают, но растения в климатических условиях Екатеринбурга более медленное нарастают до 15 лет, а затем резко увеличивают темп.

Известно, что при ухудшении климатических условий рост молодых насаждений замедлен, но в дальнейшем темпы роста возрастают, и он продолжается дольше (Загреев, 1975). Данный факт полностью подтверждают наши исследования.

В целом можно отметить, среди изученных видов кривые изменения высоты с возрастом позволяют выделить две группы: «клен ясенелистный – рябина обыкновенная», описываемые кривыми второго порядка и «боярышник кроваво-красный – яблоня ягодная», описываемые кривыми первого порядка.

Распределение по группам сохраняется и при анализе скорости роста. Нарастание диаметра с возрастом у клена ясенелистного происходит более динамично на ранних этапах развития, но с возрастом темпы прироста снижаются. У остальных видов прирост по диаметру проходит по соседним кривым и составляет у боярышника кроваво-красного – 0,46 см/год, яблони ягодной – 0,51 см/год и рябины обыкновенной – 0,58 см/год. Зависимости изменения объема с таксационным диаметром имеют вид линейного уравнения и очень близки по своим значениям у всех изученных видов растений.

3.3. Динамика роста по объему

Определение объема ствола является очень трудоемким процессом, особенно в городских условиях при невозможности вырубki деревьев для его точного определения. Поэтому данные по объему являются весьма ценными для целого ряда вопросов. За основу расчета объема стволов была принята сложная формула Смалиана (Анучин, 1982; Загреев, 1975). На рис. 4 представлены графики зависимости объема стволов деревьев от таксационного диаметра.

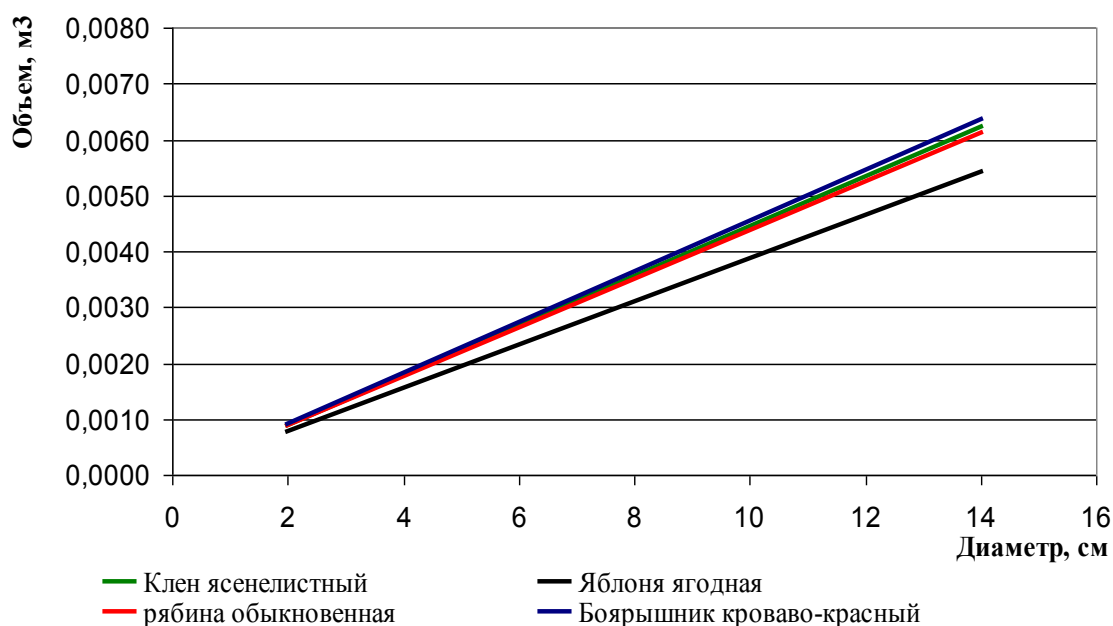


Рис. 4. Зависимость объема стволов боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, клена ясенелистного, рябины обыкновенной от таксационного диаметра

У всех исследованных видов нарастание по объему ствола происходит сходным образом. Несколько медленнее этот процесс происходит

у яблони ягодной. Возможно, это связано с интенсивным ветвлением уже в первые годы жизни. Часть пластического материала перераспределяется в ветви. Так известно, что дерево яблони в первые пять лет имеет 3–5 ветвей. Биология вида такова, что ветви по толщине могут не уступать основному стволу.

При достижении диаметра 14 см кривые нарастания объема ствола у клена ясенелистного, рябины обыкновенной и боярышника кроваво-красного достигают одинаковых размеров.

Зависимость объемов деревьев от их диаметра достаточно точно описывается линейной функцией. Об этом свидетельствуют коэффициенты детерминации: от 0,89 до 0,94 (табл. 4).

Таблица 4

Уравнения зависимости объема стволов от диаметра у исследуемых видов, где D – диаметр, см; V – объем ствола, м³

Вид	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Боярышник кроваво-красный	$D = 0,0006V - 0,0016$	$R^2 = 0,9011$
Клен ясенелистный	$D = 0,0006V - 0,0017$	$R^2 = 0,8981$
Рябина обыкновенная	$D = 0,0006V - 0,0013$	$R^2 = 0,9334$
Яблоня ягодная	$D = 0,0005V - 0,0012$	$R^2 = 0,9411$

Как видно из таблицы, все полученные зависимости описываются кривой первого порядка.

Соответственно в условиях Екатеринбурга использование пространенной шкалы А.И. Колесникова для характеристики яблони ягодной нецелесообразно, так на ранних этапах данные будут завышены, а после 14 лет – занижены.

Глава 4

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ

Ранее древесина прежде всего ценилась как ресурс для различных видов переработки. Исторически сложилось так, что органическая масса древостоев измерялась в единицах объема (м³). Используя различные методы измерения объемов ствола, рядом авторов были

составлены таблицы объемов стволовой древесины и хода роста как отдельных деревьев, так и древостоев. Одним из первых был Варгас де Бадерман (Анучин, 1982). Сейчас такие таблицы составлены почти по всем породам и регионам.

Другие же фракции дерева (ветви, листья, крону в целом и т.д.) стали учитываться с 20-х гг. XX столетия, когда возрос интерес к дереву как к экологическому объекту. Было установлено, что массу кроны можно определить довольно точно, измерив диаметр ствола на высоте груди (Burger, 1929). Основное достоинство этого метода – возможность по данным перечета деревьев получить довольно надежную оценку массы фракций на единице площади древостоя (Усольцев, 1997). В 30–40 гг. получил развитие весовой метод, заключающийся в непосредственном взвешивании фракций фитомассы. Причем составные части деревьев были измерены соответственно не в объемных, а в весовых единицах (г, кг, ц, т).

Впервые вся масса дерева была определена Н.Н. Дзенс-Литовской. Затем в разных регионах страны в зависимости от конкретных целей подобные исследования проводились рядом ученых (Уткин, 1966, 1975; Габеев, 1968, 1976; Семечкина, 1978; Гордина, 1979; Лашинский, 1981; Луганский, Нагимов, 1994 и др.). Исследования проводились и за рубежом (Kittredge, 1944; Tadaki, 1966; Ehvald, 1979; Ovington, 1959; Heinsdorf, Krauss, 1990; Ovington and Madgwick, 1959 и др.). Фитомасса изучалась не только в естественных, но и в искусственных насаждениях (Яблоков, 1934; Молчанов, 1971; Поздняков и др., 1969; Шумаков, 1965; Габеев, 1990; Семечкина, 1978; Уткин и др. 1982; Казимиров, 1995; Усольцев, 1998, 2001; Нагимов, 2000 и др.). К недостаткам этих работ можно отнести то, что учет фитомассы производился по среднему дереву, а этот метод имеет невысокую точность (Молчанов, Смирнов, 1967; Аткин, 1974). Однако широкое внедрение этого метода позволило накопить огромные результаты по запасам фитомассы в нашей стране. К настоящему времени накоплен достаточно обширный материал по фитомассе древостоев. По европейской территории России наиболее известны работы монографического характера (Ремезова, 1959; Молчанов, 1971; Смирнов, 1971; Дылис, Носова, 1977; Уткин и др.; 1986 Усольцев, 1998 и др.). По оценке фитомассы проведены исследования и в лесах Сибири (Поздняков и др., 1969; Габеев, 1976, 1990; Кулагина, 1978; Семечкина, 1978; Гордина, 1979; Бобкова 1987, 1994). В настоящее время ведутся работы по созданию базы данных о фитомассе лесов (Усольцев, 1993а, 1994, 1995 а, б).

При определении запасов фитомассы большая роль отводится математической обработке экспериментальных данных (Молчанов, Смирнов, 1967; Молчанов, 1971; Поздняков и др., 1969, Усольцев; Залесов, 2005) и точности ее учета. С развитием математических методов и компьютерных технологий при исследовании фитомассы деревьев стал широко применяться системный подход на основе методов многомерного анализа с использованием многомерных регрессий (Дукарский, Зукардаев, 1971; Митропольский, 1971; Дрейпер, Смит, 1973; Уткин, 1986; Усольцев, 1997, 1998). Использование многомерного регрессионного анализа позволило установить довольно тесные связи кроны с различными таксационными показателями, такими как диаметр ствола, высота дерева, возраст и эколого-ценотические характеристики древостоев (Казимиров, Митруков, 1978; Тябера, 1982, 1983; Усольцев, 1985а, 1988, 1997; Кожевников и др., 1985). Анализ литературных данных показывает, что запасы фитомассы и их динамика в первую очередь зависят от таксационных показателей деревьев и древостоев (Сустава, 2004; Нагимов, 2000; Усольцев, 1997; Уварова, 2006; Луганский, Нагимов, 1994; Аткин, Аткина, 1989, 1993;).

Вертикально-фракционное распределение фитомассы деревьев и древостоев позволяет объективно оценить их функциональную роль. Начало исследований собственно вертикально-фракционного распределения фитомассы было положено М. Монси и Т. Саеки (Monsi, Saeki, 1953). Были проведены специальные исследования по определению вертикальной структуры фитомассы (Родин, Ремезов, Базилевич, 1968; Уткин, Дылис, 1966; Уткин и др., 1969; Одинак, Борсук, 1977; Лесничий, 1980; Иванов, 1982; Аткин, 1974, 1998, 1999; Fujimori, 1971; Алексеев, 1975; Дылис, Носова, 1977; Oszalanyi, 1977; Усольцев, Нагимов, 1988а, 1988б, 1998). Для изучения вертикально-фракционного распределения фитомассы существует множество методов в зависимости от задач, стоящих перед исследователями. Это могут быть как и общепринятые в таксации методики, так и методики, не связанные со взятием модельных деревьев, например в древостоях небольшой высоты – точечным методом (Warren Wilson, 1958), в том числе и с помощью фотосъемки (Aber, 1979; Van Elsacker et al., 1983; Lacaze et al., 1984) или радиометрической техники (Lacaze et al., 1984). Широко известны способы оценки структуры кроновой массы дерева, заключающиеся в разделении вертикали на два (верхний, нижний) или три (верхний, средний, нижний) равновеликих слоя (Родин и др., 1968). Наиболее распространенным является способ определения вертикальной структуры фитомассы деревьев, заключа-

ющийся в расщеплении дерева от основания до вершины на равновеликие секции – слои с последующим определением массы этих слоев (Уткин, Ермолова, 1979; Уткин и др., 1986).

Как известно, фитомасса зеленых насаждений имеет огромное значение для улучшения состояния атмосферы крупных городов. Существует достаточно много данных о структуре надземной фитомассы хвойных и лиственных деревьев, произрастающих в лесах. Однако до настоящего времени остается практически не изученным вопрос о строении и характеристиках фитомассы крупных городских кустарников.

В процессе изучения городских насаждений существенное значение имеет то, каким образом распределена масса дерева в пространстве. Так проявляется ветрозащитная, пылезащитная и шумозащитная функции. Особенно это важно для посадок вдоль дороги. При оценке значимости деревьев и кустарников и проведении исследований важным этапом является выявление вертикального строения растительной массы деревьев (Аткин, 1997; Уткин и др. 1986).

К настоящему времени накоплено достаточно много данных по массе стволов, их вертикальному строению и особенностях накопления как в древостоях искусственного, так и естественного происхождения (Уткин и др., 1969; Уткин, Дылис, 1966; Уткин и др., 1986 Дылис, Носова, 1977). Однако практически отсутствуют подобные данные для отдельных деревьев и кустарников в городских условиях.

При оценке фитомассы важным моментом является определение массы ствола, которая может составлять 60–80, а иногда даже 90 % от надземной части дерева (Аткин, 1997). Однако в урбосреде большее значение необходимо уделять скорее именно кроновой массе. Поскольку именно крона обладает наиболее декоративными и экологически значимыми свойствами. Кроме того, имеет большое значение соотношение листьев и ветвей, так как именно на листовую массу ложится наибольшая нагрузка по задержке твердых аэрозольных осадков. В условиях урбосреды биологические особенности древесных пород, схемы и густота посадки оказывают существенное влияние на распределение надземной биомассы деревьев по вертикальному профилю. Часто в городских условиях в результате несвоевременного и недостаточного количества уходов возникает загущенность посадок. В итоге деревья начинают приспосабливаться к условиям произрастания, т.е. их кроны вытягиваются, приобретают флагообразную форму, в процессе чего нарушается их декоративность, и снижаются защитные функции (Артемьев, 2003; Лукьянов, 1987;

Попова, 2005). Кроме того, увеличение густоты стояния деревьев сопровождается уменьшением облиственности и запаса ветвей в нижней части насаждения.

Известно, что в процессе формирования и роста насаждений происходит изменение в соотношении стволовой и кроновой массы (Аткин, Аткина, 1998). Кроме того, меняется соотношение массы ветвей и листвы.

Реакции растений на стрессовые воздействия городской среды проявляются в изменении габитуса деревьев и кустарников: формы, размеров, насыщенности крон.

Данных по особенностям накопления и фракционного распределения фитомассы у крупных кустарников в городских условиях практически нет или они встречаются фрагментарно.

4.1. Надземная фитомасса боярышника кроваво-красного

Полученные данные по распределению надземной фитомассы у модельных деревьев боярышника кроваво-красного приведены в прил. 3.

Для боярышника кроваво-красного характерна большая роль фракции древесины ствола. У деревьев со ступенями толщины от 2 до 10 см происходит плавное изменение соотношения фракций кроны и ствола. Наибольшая стволовая масса накапливается у деревьев со ступенью толщины 2 см и составляет 87 %, постепенно уменьшаясь до 64 % при диаметре 10 см. При достижении деревьями боярышника кроваво-красного диаметра 12 см и более соотношение между фракциями ствола и кроны меняется. Накопление стволовой массы закономерно продолжает уменьшаться, а масса кроны резко возрастает почти в два раза с 2729 г ($d_{1,3} = 10$ см) до 4028 г ($d_{1,3} = 12$ см). Это связано с выходом деревьев в верхний полог (табл. 5).

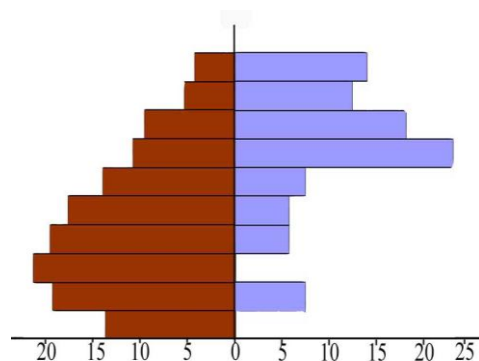
Таблица 5

Распределение массы кроны у деревьев боярышника кроваво-красного, %

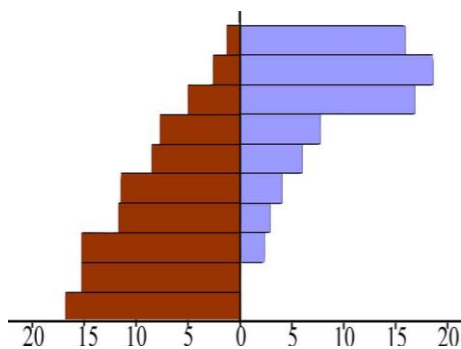
Фракции	Ступени толщины, см						
	2	4	6	8	10	12	14
Листья	35,1	32,9	41,2	35,7	33,5	42,5	49,2
Ветви	64,9	67,1	58,8	64,3	66,5	57,5	50,8

Как видно из табл. 5 на долю ветвей приходится более половины фракции кроны. В пределах ступеней толщины от 2 до 10 см. Доля листьев составляет от 33 до 41 % (в среднем 35,6 %), а доля ветвей – 59–67 % (в среднем 64,3 %). Увеличение массы листьев у деревьев двенадцатой и четырнадцатой ступеней объясняется тем, что эти экземпляры имеют большую высоту, а следовательно, получают больше ФАР.

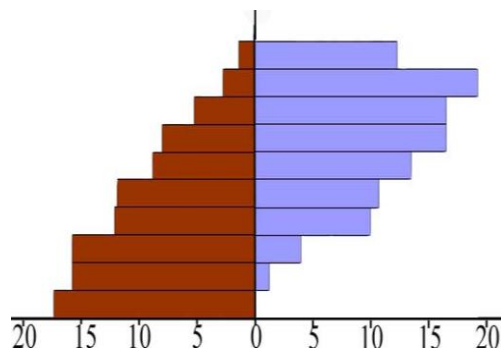
Большой интерес представляет рассмотрение закономерностей формирования по вертикали отдельно стволовой и кроновой масс. Полученные в результате наших исследований данные приведены в прил. 4 и 5. На рис. 5 представлена долевая структура распределения стволовой и кроновой массы по вертикали.



Диаметр 2 см



Диаметр 8 см



Диаметр 14 см

Рис. 5. Долевая структура распределения стволовой и кроновой массы по вертикали у боярышника кроваво-красного, в %

На основе анализа четко прослеживается зависимость стволовой фитомассы от таксационного диаметра. Большая часть стволовой массы накапливается в нижней части ствола и постепенно уменьшается от основания к вершине. Причем чем меньше диаметр дерева, тем равномернее распределение массы по высоте. У некоторых модельных деревьев масса отдельных отрезков превышает массу ниже растущих. Это происходит из-за появления наростов, что вызвано наличием морозобоин и механических повреждений.

Из анализа фитомассы кроны видно, что масса кроны начинает формироваться уже со второго отрезка. Это наиболее характерно для деревьев малых диаметров. Наибольшая масса накапливается на 7 (18,1 %), 8 (17,6 %) и 9 (17,9 %) отрезках, немного уменьшаясь на 10 отрезке до 16,1 %. Из этого следует, что крона имеет обратно пирамидальную форму. Для деревьев боярышника кроваво-красного характерно формирование низко опущенной кроны, с максимальной ее массой в верхних слоях.

4.2. Надземная фитомасса яблони ягодной

Исследование распределения надземной фитомассы у модельных деревьев яблони ягодной показывает, что для вида характерна большая роль фракции древесины ствола (прил. 3). Анализ полученных данных показывает, что для деревьев яблони ягодной характерна большая роль фракции древесины ствола. С возрастанием диаметра ствола ее доля уменьшается практически до половины общей фитомассы. Если фракция ствола для $d_{1,3} = 2$ см составляет 76,2 % то, достигая $d_{1,3} = 14$ см, она сокращается до 52,2 %. Соответственно фракция кроны возрастает с 23,8 % ($d_{1,3} = 2$ см) до 47,8 % ($d_{1,3} = 14$ см). Заметно, что накопление и изменение в соотношении как кроновой, так и стволовой массы происходит плавно. Видно, что плавное накопление, как стволовой, так и кроновой массы начинается с достижения деревьями диаметра 4 см. Для $d_{1,3} = 2$ см общая фитомасса составляет 943 г, то при $d_{1,3} = 4$ см уже 2582 г., т. е. фактически фитомасса увеличивается на 63,5 %. Это связано с тем, что наиболее молодые деревья представляют собой самосев, находятся в условиях угнетения и не имеют достаточно энергии для нормального роста и развития.

Если рассмотреть фракцию кроны в отдельности (табл. 6), то большую часть независимо от диаметра занимает доля ветвей. Изменений в соотношении массы фракций практически не происходит.

Таблица 6

Распределение массы кроны у деревьев яблони ягодной, %

Фракции	Ступени толщины, см						
	2	4	6	8	10	12	14
Листья	31,7	39,9	43,6	42,1	38,9	42,0	43,1
Ветви	68,3	60,1	56,4	57,9	61,1	58,0	56,9

Фактически, в среднем, соотношение ветвей и листьев в кронах яблони ягодной составляет 60 % ветвей и 40 % листьев.

На рис. 6 приведены полученные нами данные по вертикально-фракционному распределению стволовой и кроновой массы деревьев яблони ягодной в относительных показателях. Более подробные данные приведены в прил. 4 и 5.

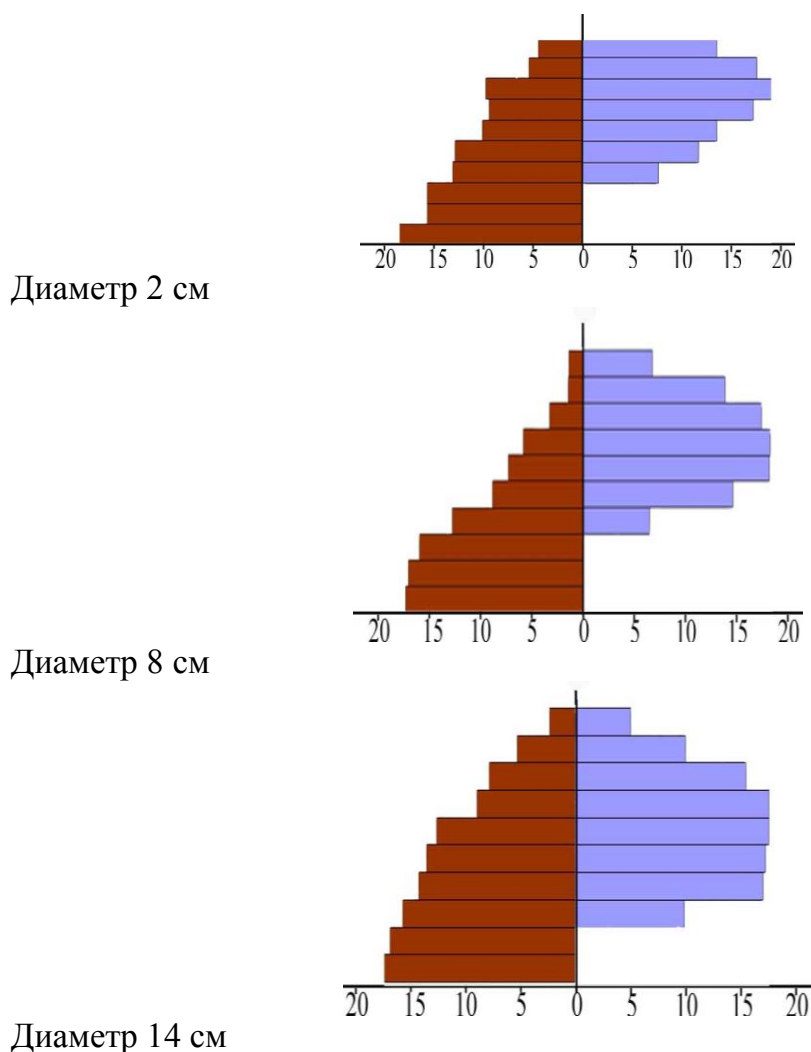


Рис. 6. Долевая структура распределения стволовой и кроновой массы по вертикали у яблони ягодной, в %

Наибольшая стволовая масса накапливается в нижней части ствола на первых трех отрезках, составляя 48,2 % от общей фитомассы ствола. Масса ствола закономерно постепенно уменьшается от основания к вершине. У модельных деревьев с малыми диаметрами масса некоторых отрезков превышает массу ниже растущих. Это вызвано появлением наростов в результате механических повреждений.

Масса кроны начинает формироваться, в среднем, на четвертом и пятом отрезках, накапливая максимум к седьмому отрезку (19,4 %) и сокращается к вершине до 8 % от общей фитомассы. Крона деревьев яблони ягодной имеет ромбовидную форму.

4.3. Надземная фитомасса рябины обыкновенной

Особенности распределения надземной фитомассы у модельных деревьев рябины обыкновенной приведены в прил. 3.

Полученные данные показывают, что у деревьев рябины обыкновенной при малых диаметрах масса ствола составляет большую часть от общей фитомассы. Однако с возрастанием диаметра она заметно сокращается с 76,2 % ($d_{1,3} = 2$ см) до 50,6 % ($d_{1,3} = 14$ см), что составляет половину от общей фитомассы. Соответственно доля фракции кроны увеличивается с 23,8 % ($d_{1,3} = 2$ см) до 49,4 % ($d_{1,3} = 14$ см). Заметно, что до диаметра 10 см накопление как кроновой, так и стволовой массы происходит скачкообразно. При достижении деревьями диаметров 10, 12 и 14 см соотношение фракций практически выравнивается и накопление массы происходит плавно (табл. 7).

Таблица 7

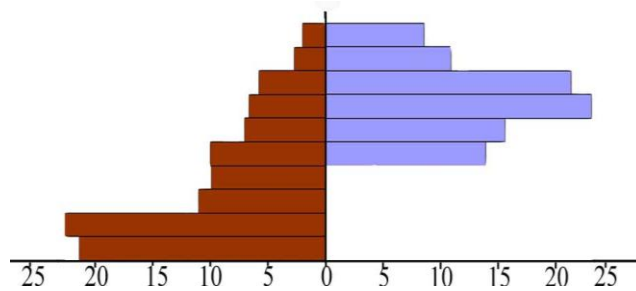
Распределение массы кроны у деревьев
рябины обыкновенной, %

Фракции	Ступени толщины, см						
	2	4	6	8	10	12	14
Листья	35,8	41,8	43,4	45,6	49,1	50,6	51,6
Ветви	64,2	58,2	56,6	54,4	50,9	49,4	48,4

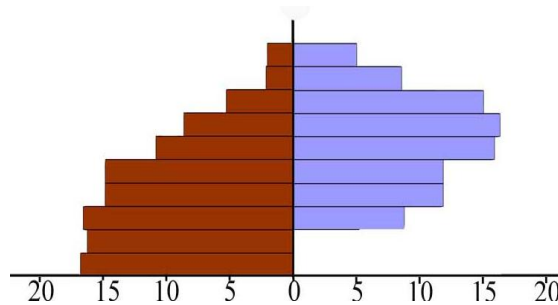
Из табл. 7 видно, что соотношение доли ветвей и листьев в кроне изменяется с возрастанием диаметра. На долю ветвей при $d_{1,3} = 2$ см приходится 64,2 %, а при $d_{1,3} = 14$ см уже 48,4 %. С увеличением диаметра доля листьев повышается. При достижении двенадцати сантиметровой ступени толщины она достигает 50,6 %, что составляет

более половины фракции кроны, и продолжает увеличиваться. Это объясняется тем, что более крупные деревья с выходом в верхний полог получают большее количество фотосинтетической активной радиации, что позволяет им накапливать большое количество листовой массы. Кроме того, листья рябины обыкновенной достаточно крупные и сильно расчлененные и формируют низко опущенную и раскидистую крону.

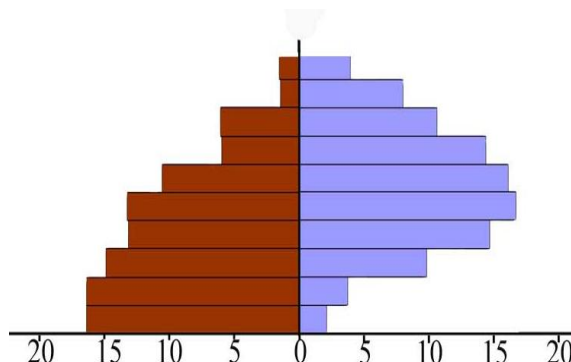
В прил. 4 и 5 приведены полученные относительные данные по вертикально-фракционному распределению стволовой и кроновой массы деревьев рябины обыкновенной. Наглядно данные приведены на рис. 7.



Диаметр 2 см



Диаметр 8 см



Диаметр 14 см

Рис. 7. Долевая структура распределения стволовой и кроновой массы по вертикали у рябины обыкновенной, в %

Из анализа данных следует, что стволовая масса зависит от таксационного диаметра (1011 г. при $d_{1,3} = 2$ см и 5432 г. при $d_{1,3} = 14$ см). Заметно, что большая часть фитомассы накапливается на первом и втором отрезках (17,1 % и 17,3 % соответственно от общей массы ствола). В целом же масса ствола снижается от основания к вершине, и если у основания она составляет 17,1 %, то у вершины уже 1,6 % от общей фитомассы ствола. Известно, что деревья, произрастающие в городских условиях, подвергаются сильному антропогенному и механическому воздействию. Практически на всех деревьях есть наросты, которые увеличивают массу отдельных отрезков относительно предыдущих.

На основе анализа фитомассы кроны видно, что масса кроны увеличивается в зависимости от таксационного диаметра (316 г. при $d_{1,3} = 2$ см и 5301 г при $d_{1,3} = 14$ см). Заметно, чем больше диаметр дерева, тем ниже начинает формироваться крона (при $d_{1,3} = 2$ см на пятом отрезке, а при $d_{1,3} = 14$ уже на первом). При этом наибольшая масса накапливается на 6 (16,5 %) и 7 (16,4 %), постепенно сокращаясь до 6,3 % у вершины. Однако, ее масса на первом отрезке незначительна и составляет всего 0,3 % от общей массы кроны. Очевидно, деревьям рябины обыкновенной характерно формирование низко опущенной кроны, ромбовидной формы.

4.4. Надземная фитомасса клена ясенелистного

Данные исследования распределения надземной фитомассы у модельных деревьев клена ясенелистного приведены в прил. 3.

У деревьев клена ясенелистного доля фракции древесины ствола занимает большую половину от общей фитомассы только при малых диаметрах ствола. С увеличением диаметра она снижается с 64,9 % ($d_{1,3} = 2$ см) до 49,8 % ($d_{1,3} = 14$ см). При достижении деревьями двенадцатисантиметровой ступени толщины доля фракции кроны возрастает. При диаметре ствола 2 см она составляет 35,1 %, а при диаметре 14 см уже 50,2 %. Соотношение фракций кроны и ствола изменяется плавно, независимо от диаметра.

Анализ табл. 8 показывает, что при малых диаметрах ствола на долю ветвей приходится более половины фракции кроны. С достижением деревьями диаметра 10 см эта закономерность нарушается. Доля листовой массы постепенно возрастает и достигает более половины (53,2 %) от массы кроны при диаметре ствола 14 см.

Таблица 8

Распределение массы кроны у деревьев рябины обыкновенной, %

Фракции	Ступени толщины, см						
	2	4	6	8	10	12	14
Листья	35,0	38,6	40,7	46,4	51,3	51,1	53,2
Ветви	65,0	61,4	59,3	53,6	48,7	48,9	46,8

В прил. 4 и 5 приведены полученные данные по вертикально-фракционному распределению стволовой и кроновой массы деревьев клена ясенелистного. Долевая структура в относительных показателях представлена на рис. 8.

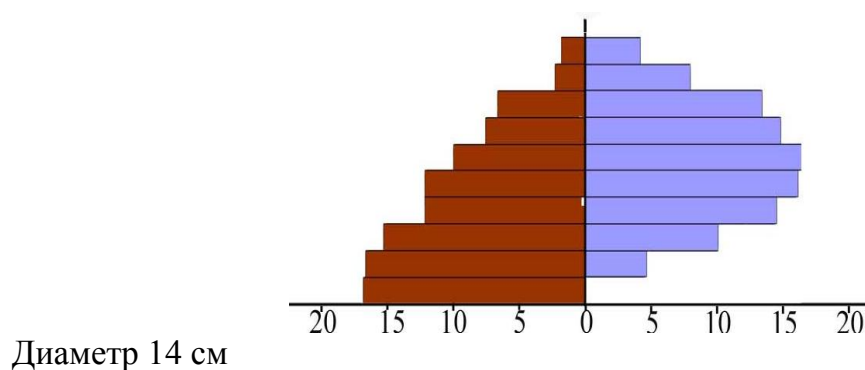
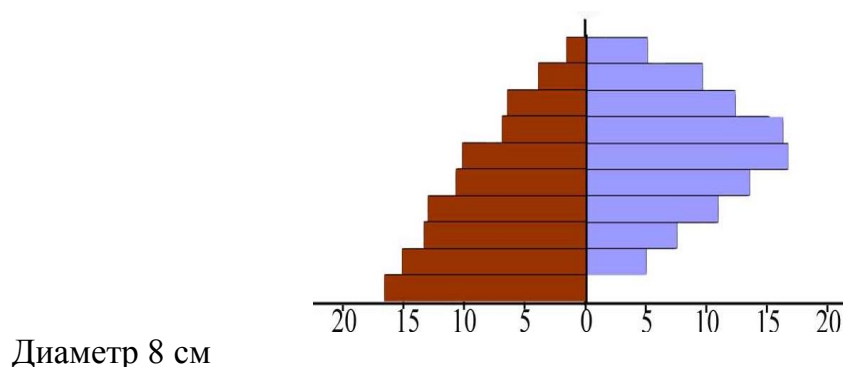
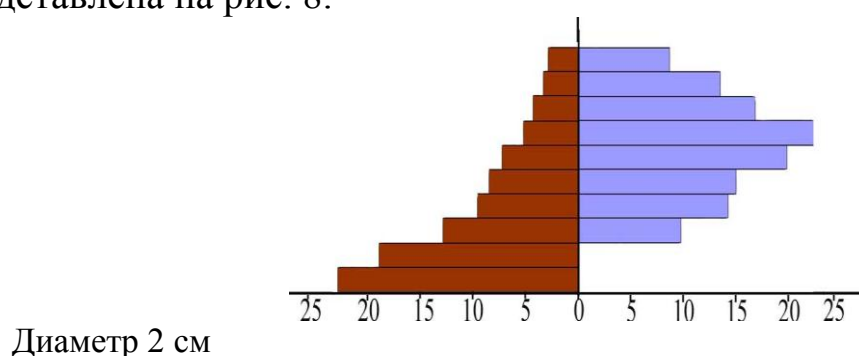


Рис. 8. Долевая структура распределения стволовой и кроновой массы по вертикали у клена ясенелистного, в %

На основе анализа данных четко прослеживается зависимость стволовой фитомассы от таксационного диаметра. Очевидно, что большая часть стволовой массы накапливается в нижней части ствола на первых двух отрезках. В среднем стволовая масса составляет 17,6 % на первом отрезке и 16,0 % на втором от общей массы. Для деревьев клена ясенелистного характерно постепенное уменьшение массы ствола от основания к вершине. Распределение массы по высоте происходит равномерно, независимо от диаметра ствола. У деревьев с диаметрами ствола 10 и 14 см масса некоторых отрезков, которые растут выше, больше массы отрезков, которые растут ниже, что связано с наличием механических повреждений. Однако в процентном отношении эти отклонения не значительны и не оказывают влияния на общее распределение массы.

Из анализа фитомассы кроны видно, что у деревьев с малыми диаметрами (2 и 4 см) крона начинает формироваться с третьего отрезка, накапливая при этом 8,2 % и 9,5 % соответственно. У всех остальных деревьев масса кроны накапливается, начиная со второго отрезка. Характерно наибольшее накопление массы на 6 (16,9 %) и 7 (16,6 %) отрезках. При этом как в нижней, так и в верхней части кроны масса ее незначительна и составляет 2,8 % на втором отрезке и 5,0 % на десятом отрезке. Из этого следует, что крона имеет ромбовидную форму. Очевидно, что для деревьев клена ясенелистного порослевого происхождения характерно формирование низко опущенной кроны, с максимальной ее массой в средних слоях.

4.5. Особенности вертикальной структуры надземной фитомассы у изученных видов

Многие авторы указывают на тесную связь фитомассы с диаметрами деревьев (Аткин, 1997; Аткин, Аткина, 1998; Нагимов, Луганский, 1994; Яблоков, 1934; Горбатенка, 1970; Луганская, Луганский, 1970; Семечкина, 1978; Тябера, 1981 и др.). Нами были построены графики зависимостей фитомассы от диаметра, которые подтверждают данные выводы (рис. 9).

Полученные уравнения зависимостей приведены в табл. 9.

Графики зависимостей надземной фитомассы от диаметра у клена ясенелистного и рябины обыкновенной описываются кривой второго порядка. Уравнения зависимостей у боярышника кроваво-красного и яблони ягодной носят линейный характер.

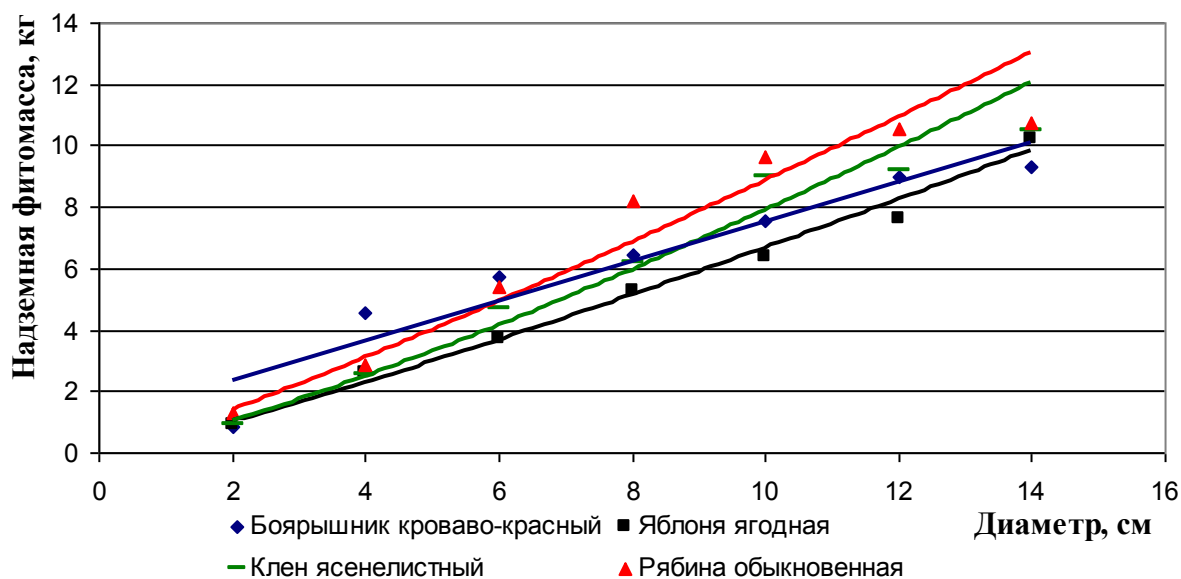


Рис. 9. Графики зависимостей надземной фитомассы от диаметра у боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, клена ясенелистного и рябины обыкновенной

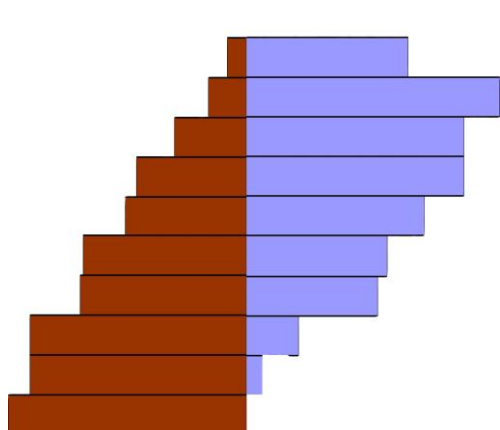
Таблица 9

Уравнения зависимости общей надземной фитомассы от таксационного диаметра у исследуемых видов, где D – диаметр, см; P – надземная фитомасса, лет

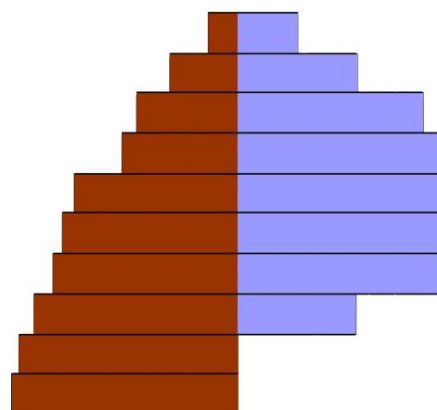
Вид	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Боярышник кроваво-красный	$P = 0,6441 D + 1,0534$	$R^2 = 0,9141$
Клен ясенелистный	$P = 0,4323 D^{1,2615}$	$R^2 = 0,9845$
Рябина обыкновенная	$P = 0,6303 D^{1,1478}$	$R^2 = 0,974$
Яблоня ягодная	$P = 0,7241 D - 0,5414$	$R^2 = 0,987$

Прирост общей надземной фитомассы происходит динамичнее всего у рябины обыкновенной, достигая при диаметре 14 см (19 лет) 10,73 кг в абсолютно сухом состоянии. Увеличение надземной фитомассы клена ясенелистного идет практически параллельно рябине обыкновенной. У боярышника кроваво-красного на начальных этапах роста фитомасса накапливается довольно быстро. Снижение темпов накопления начинается при достижении растениями диаметра 6 см, составляя в возрасте 20 лет 9,3 кг. Ниже всего темпы прироста надземной фитомассы у яблони ягодной.

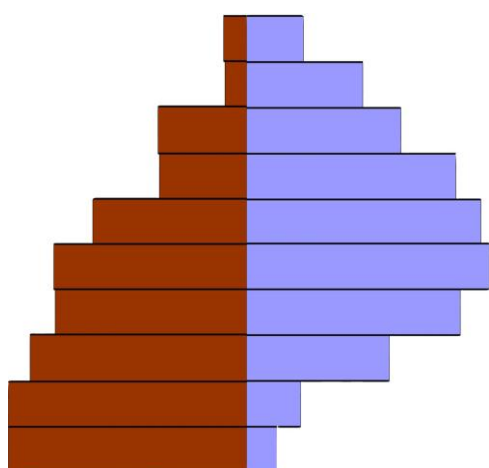
Особенности распределения массы по высоте наиболее четко проявляются у изученных деревьев, чей таксационный диаметр достиг 14 см (рис. 10).



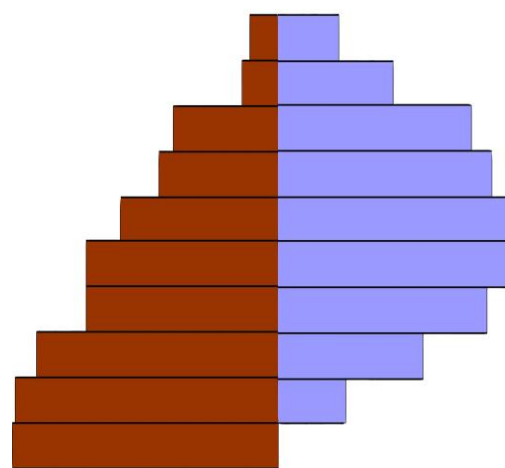
Боярышник кроваво-красный



Яблоня ягодная



Клен ясенелистный



Рябина обыкновенная

Рис. 10. Долевое распределение стволовой и кроновой массы в высотном отношении у взрослых растений ($d_{\text{такс}} = 14$ см)

Выделяются пара «клен ясенелистный – рябина обыкновенная». Она характеризуется ромбовидным распределением фитомассы кроны и вытянуто-пирамидальным – ствола.

У боярышника кроваво-красного основная масса кроны сосредоточена в верхней трети, что придает ей обратопирамидальный вид. Крона яблони ягодной имеет наиболее компактный облик.

**ПЛОЩАДЬ
ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ**

Одна из основных функций городских насаждений – улучшение экологического состояния среды. Важным критерием, выявляющим возможности растений улучшать состояние воздуха, является характеристика листовой массы, так как именно она отражает как адаптацию физиологических процессов растений, так и их роль в улучшении окружающей среды (пылеулавливающая, кислородопroduцирующая и т.д.) (Мозолевская, 2008, Мэнниг, Федер, 1988; Неверова, Колмогорова, 2003; Беляева, Николаевский, 1989, 1998; Тарабрин, 1974; Бухарина и др., 1007; Forman, 1971). Существует и практический аспект – при проведении хозяйственных мероприятий происходит замена одних видов деревьев другими (из-за старости, при компенсационном озеленении и т.д.), зачастую при этом не учитывается экологическая роль видов.

Сегодня практически все программы по изучению экологической роли насаждений так или иначе связаны с оценкой массы или поверхности листы. По сравнению с поверхностью других органов растений листовая поверхность абсолютно преобладает количественно, т.е. по величине своей площади характеризуется высокой физиологической активностью (Коршиков, 1996; Алексеев, Лязгунова, 1990; Ким, 1981; Костенко, Воронин, 1993). По данным А.И. Уткина (1986), общая листовая поверхность одного растения может достигать огромных размеров, например у дерева липы в возрасте сорока лет она достигает 3 тыс. м². Существует достаточно много данных по листовой поверхности лесных насаждений как естественного, так и искусственного происхождения. Известно, что листовая поверхность сомкнутого древостоя во много раз больше площади, занятой этим древостоем. Например, поверхность всех листьев на 1 га дубово-букового леса с примесью граба равна примерно 4,5 га, дубового леса – 6 га, елового – 16 га (Уткин, 1986). Известно, что все листья на растении имеют разную площадь. Иногда площадь листа оказывается величиной очень постоянной для вида (Пасынкова, 1988; Костюкевич, 1974; Барахтенова, Николаевский, 1988; Беляева, Николаевский, 1989; Николаевский и др., 1998).

Деревья же третьей величины, а также крупные кустарники дровидной формы практически не изучены.

5.1. Особенности формирования листовой поверхности

Полученные нами данные на основании 28 модельных деревьев приведены в табл. 10.

Таблица 10

Площадь листовой поверхности модельных деревьев

Степень толщины, см	Количество листьев, шт	Площадь 1 г. листы, см ²	Средняя площадь поверхности одного листа, см ²	Площадь листовой поверхности, м ²
1	2	3	4	5
Боярышник кроваво-красный				
2	105	18,02	6,86	0,07
4	984	19,92	8,36	0,82
6	1691	20,08	8,49	1,44
8	1738	20,17	8,6	1,49
10	2417	17,95	6,78	1,64
12	4423	18,3	7,08	3,13
14	4866	19,27	7,83	3,81
Клен ясенелистный				
2	281	17,53	7,17	0,20
4	920	15,44	5,57	0,51
6	2116	17,46	7,13	1,51
8	3292	18,44	7,95	2,62
10	5106	19,01	8,44	4,31
12	5355	18,68	8,17	4,37
14	6184	19,35	8,77	5,43
Рябина обыкновенная				
2	293	18,06	6,97	0,20
4	916	17,33	6,41	0,59
6	1982	18,71	7,49	1,48
8	3935	19,17	7,86	3,09
10	5206	20,07	8,62	4,49
12	6217	19,73	8,32	5,17
14	6533	19,57	8,19	5,35

1	2	3	4	5
Яблоня ягодная				
2	208	14,47	4,94	0,10
4	733	16,96	6,78	0,50
6	1056	19,1	8,61	0,91
8	1827	19,45	8,92	1,63
10	2710	16,57	6,48	1,75
12	3542	17,1	6,9	2,45
14	5059	17,58	7,28	3,68

Как видно из таблицы, площадь листовой поверхности закономерно увеличивается с возрастанием диаметра ствола. Наибольшая площадь листовой поверхности у клена ясенелистного, она составляет $5,43 \text{ м}^2$ при диаметре ствола 14 см, чуть меньше площадь листа у рябины обыкновенной – $5,35 \text{ м}^2$. У яблони ягодной и боярышника кроваво-красного при таком же диаметре она составляет $3,68$ и $3,81 \text{ м}^2$ соответственно. Такое расхождение связано прежде всего с формой и размерами листьев. Как известно, клен ясенелистный и рябина обыкновенная обладают крупными расчлененными листовыми пластинками.

Не менее важный показатель для характеристики особенностей формирования древесных растений – масса листьев, показан на рис. 11.

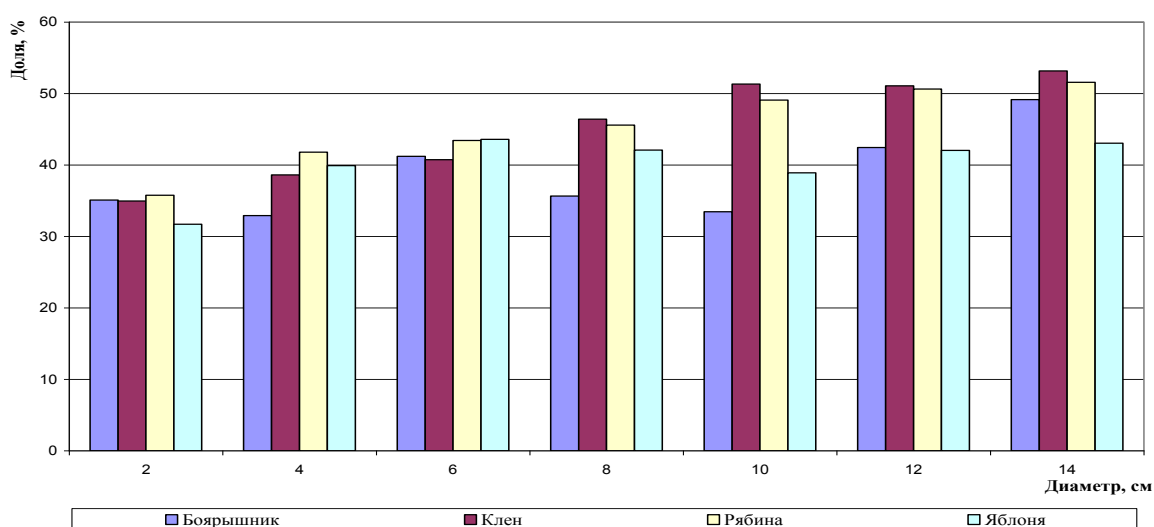


Рис. 11. Доля листьев от общей массы кроны у изученных растений в зависимости от ступеней толщины

Несомненно, что у клена ясенелистного и рябины обыкновенной масса листьев составляет почти половину массы кроны дерева уже после достижения таксационного диаметра 10 см, при этом и у боярышника кроваво-красного и у яблони ягодной масса ветвей всегда превышает массу листьев.

Масса листьев у всех исследуемых видов возрастает с увеличением диаметра ствола в несколько раз, зависимость на изученном возрастном этапе близка к степенной (коэффициент детерминации $R^2 = 0,98-0,96$) (рис. 12).

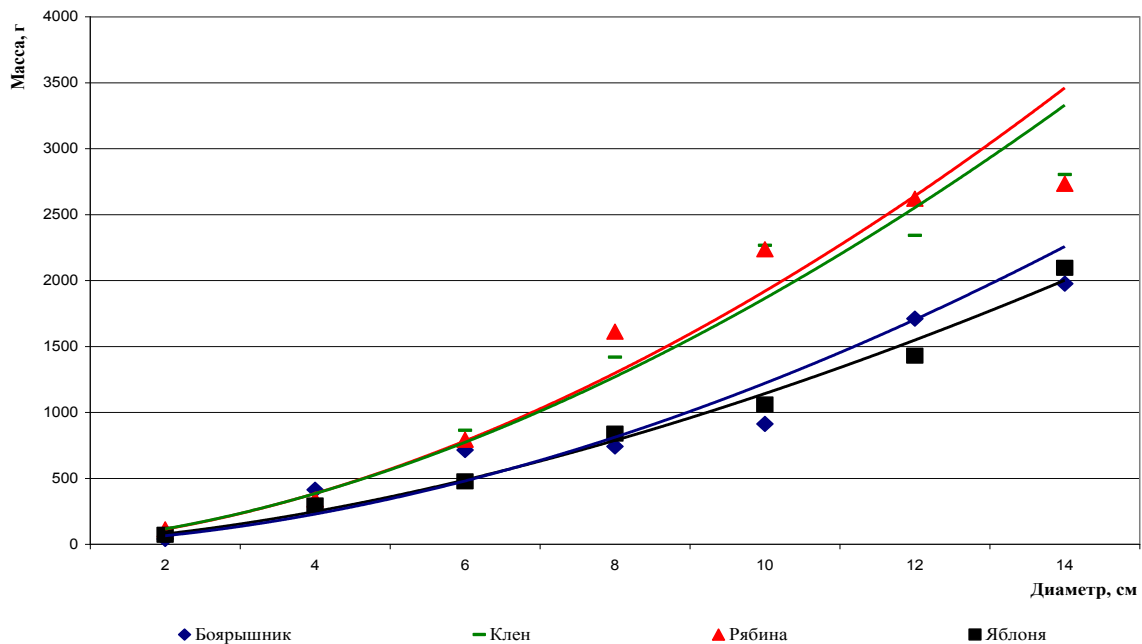


Рис. 12. Зависимость массы листьев от диаметра ствола

На рис. 12 видно, что после достижения деревьями ступени толщины 4 см происходит распад на две группы: «клен ясенелистный – рябина обыкновенная» и «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный». С увеличением диаметра до 14 см (это в среднем 16–20 лет) масса листьев в кроне первой группы достигает 3,5 кг, тогда как второй – только 2 кг, что почти в два раза меньше.

5.2. Средняя площадь листовой пластинки у изученных видов

Как известно, листовая поверхность – это важный показатель экологической активности, поскольку именно она выполняет основные защитные функции (рис. 13).

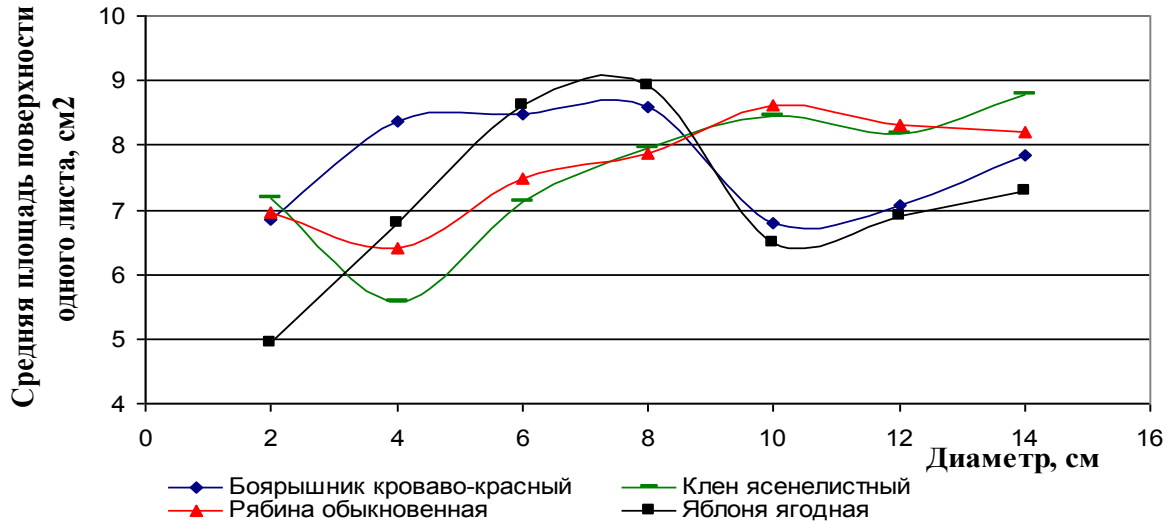


Рис. 13. Средние значения площади поверхности одного листа

Средние значения площади одного листа у исследуемых видов довольно близки. Кроме того, четко прослеживается распад на две группы «клен ясенелистный – рябина обыкновенная» и «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный». У группы «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный» средние значения площади поверхности одного листа при малых диаметрах ствола превышают те же значения у группы «клен ясенелистный – рябина обыкновенная». Однако при достижении растениями ступени толщины 8 см происходит резкое снижение средних значений, т. е. с увеличением диаметра средняя площадь одного листа уменьшается. Увеличение средней площади одного листа у группы «клен ясенелистный – рябина обыкновенная» происходит постепенно, без резких скачков.

Полученные в результате построения графиков линии тренда имеют полиномиальную зависимость и описываются следующими уравнениями:

$$\text{яблоня ягодная: } y = -0,236x^2 + 2,0719x + 3,5629$$

$$\text{боярышник кроваво-красный: } y = -0,0805x^2 + 0,5939x + 6,9479$$

$$\text{клен ясенелистный: } y = 0,0147x^2 + 0,2859x + 6,1628$$

$$\text{рябина обыкновенная: } y = -0,0475x^2 + 0,6876x + 5,8924.$$

При этом для группы «клен – рябина» коэффициенты детерминации составляют 0,6504 и 0,7601 соответственно, что говорит о достоверном выравнивании данных. Для группы «яблоня – боярышник» несколько ниже и составляют всего 0,5197 и 5,1608 соответственно.

5.3. Особенности распределения листовой поверхности

Оригинальное направление биометрии деревьев для зеленого строительства развивалось в Чехословакии П. Врештьяком (Vrestiak, 1986, 1987). Используя морфометрические показатели ствола и крон, возраст деревьев, он определял площадь листовой поверхности и объем крон, по которым рассчитывал плотность листовой поверхности крон деревьев разной толщины и возраста. Получаемые таким образом коэффициенты служили исходными нормативами при оценке значимости отдельных видов древесно-кустарниковых пород в озеленении городов и населенных мест.

Для древесных пород часто применяются поиски аллометрических зависимостей массы, а также площади поверхности листьев с площадью поперечного сечения, диаметром или периметром несущей их ветви (Ehvald, 1979; Инденко, Расулов, 1976; Vrestiak, 1985, 1986; Уткин, Гульбе и др., 1986). Эта же закономерность связывает площади листы с диаметром всего дерева. У более мелких деревьев ($d < 3$ см) она достоверна для площади поперечного сечения основания ствола, а у более крупных ($d > 3$ см) точнее оказывается связь с площадью сечения под кроной дерева (Инденко, Расулов, 1976).

Известно, что составленные по данным 12–15 модельных деревьев уравнения связи площади сечения и диаметра ствола на высоте груди (Kaufmann et al., 1982) обеспечивают получение удовлетворительных оценок для измерения площади поверхности листьев.

Нами были составлены уравнения зависимости площади листовой поверхности от диаметра основания ствола у исследуемых видов (табл. 11). Коэффициент детерминации уравнений колеблется от 0,9304 до 0,967. Это свидетельствует о высокой точности выравнивания опытных данных. Для описания зависимостей нами было использовано несколько различных функций, используемых другими учеными. У всех исследуемых видов связь описывается полиномиальной функцией.

Были составлены уравнения зависимости площади листовой поверхности от диаметра основания ствола (табл. 11).

Однако уравнения зависимости от диаметра на высоте груди дают более точное описание. При этом уравнения (табл. 12) доказывают выявленное ранее разделение на две группы «клен ясенелистный – рябина обыкновенная» и «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный».

Таблица 11

Уравнения зависимости площади листовой поверхности от диаметра основания ствола у исследуемых видов

Вид	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Боярышник кроваво-красный	$y = 24,706x^2 + 899x + 1325,2$	0,9304
Клен ясенелистный	$y = -28,221x^2 + 5074,1x - 22678$	0,942
Рябина обыкновенная	$y = 63,901x^2 + 2237,5x - 7632,7$	0,967
Яблоня ягодная	$y = 124,35x^2 - 835,78x + 3310,1$	0,964

Таблица 12

Уравнения зависимости площади листовой поверхности от диаметра ствола на высоте груди у исследуемых видов

Вид	Уравнение зависимости	Коэффициент детерминации
Боярышник кроваво-красный	$y = 124,91x^2 + 862,69x + 821,07$	0,9393
Клен ясенелистный	$y = 546,75x^{1,7998}$	0,9812
Рябина обыкновенная	$y = 568,81x^{1,8159}$	0,9811
Яблоня ягодная	$y = 131,73x^2 + 658,12x - 55,369$	0,976

В итоге можно отметить, что все изученные растения обладают значительной листовой массой, которая формируется за довольно короткие сроки (10–20 лет), что делает экологически обоснованным использование этих видов для озеленения городов.

По массе листьев и площади листовой поверхности выделяются две группы: «клен ясенелистный – рябина обыкновенная» и «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный»;

Наибольшей площадью листовой поверхности присуща группе «клен ясенелистный – рябина обыкновенная». У растений диаметром 14 см она составляет 5,43 и 5,35 м² соответственно. Для группы «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный» характерно наличие меньшей листовой поверхности, в среднем она меньше на 32 %;

ОСОБЕННОСТИ ПЫЛЕУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ У ЯБЛОНИЯ ЯГОДНОЙ, БОЯРЫШНИКА КРОВАВО - КРАСНОГО, РЯБИНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ И КЛЕНА ЯСЕНЕЛИСТНОГО

Загрязнение атмосферы – наиболее распространенная и сложная форма воздействия городов на окружающую среду (Сергейчик, 1984, 1985, Машинский, 1973, 1978; Кулагин, 1974, 1985; Курбатов и др., Кавтаридзе, 1999; 2004; 1994; Стурман, Гагарин, 2000а, 2000б; Фролов, 1998; Хайрутдинов, 2006; Carinanons, 2000; Dochiger, 1998; Quiqley, 1998; William E. Winner, 1988; Zipperer, 1997).

К основным источникам, загрязняющим атмосферу, относятся промышленные предприятия, топливно-энергетические предприятия и транспорт. Автомобильный транспорт – главный загрязнитель атмосферы наших городов. По объему выбросов вредных веществ в атмосферный воздух от стационарных источников, Свердловская область на втором месте по России. Объем загрязняющих веществ в воздухе в расчете на одного жителя составляет 200–400 кг/чел. (Аткина, Вишнякова, 2007; Аткина, Корлыханова и др., 2009).

Ежегодно в атмосферу воздуха Екатеринбурга выбрасывается до 26 тыс. т. загрязняющих веществ от стационарных источников и более 100 тыс. т. от автотранспорта. Таким образом, выбросы от автотранспорта почти в 4 раза превышают валовой выброс от промышленных предприятий. Причем с 1995 г. идет постоянное увеличение выбросов от автотранспорта. Если в 1995 г. они составляли 68,5 % от общего количества выбросов, то в 2003 г. – уже 80 % (Доклад..., 2009).

В решении проблемы улучшения окружающей среды особое место занимают зеленые насаждения, значение которых в очистке и оздоровлении атмосферного воздуха велико. Растение является постоянно действующим биологическим фильтром от газов и пыли, во-первых, благодаря проходящим в них физиологическим и биологическим процессам. Часть поступающих в растение газов может связываться, оседать в ассимиляционном аппарате – листовых пластинках (Горышина, 1979, 1991; Подоров, 1967; Владимиров и др., 1986;

Безуглая, 1980; Ганина, 1990). Во-вторых, благодаря физико-механической способности листьев задерживать и осаждасть пыль. При этом осаждающая способность прямо пропорционально зависит от суммарной величины листовой поверхности, а также от строения поверхности листьев. Роль древесных растений как пылевого барьера в урболандшафтах исследовалась рядом авторов (Илькун, 1971, 1978; Гудериан, 1979; Иванова, Ефремова, 2008; Кулагин, Шагиева, 2005; Ложкин, 2001). Известно, что шершавые, складчатые, покрытые волосками (опушенные), липкие листья осаждают и удерживают большее количество пыли, чем гладкие (Чернышенко, 2001а, 2001в, 2006; Каючкин, 1998; Dochiger, 198; Jefferies, 1984). Однако различные породы деревьев и кустарников дают далеко не одинаковый пылездерживающий эффект.

Защитные свойства древесных растений оцениваются степенью снижения отрицательных воздействий магистралей на распространение пыли и газов (Bassuk, 1988; Botkin, 1997). Способность различных видов растений отфильтровывать из воздуха пылевидные частицы обычно оценивают по количеству осевшей на листьях пыли. Полученные результаты о суммарном количестве пыли, накопившейся на листьях, к моменту определения лишь частично характеризуют возможность растений очищать воздух от твердых аэрозольных примесей. Данные наблюдений показывают, что оседающие на листья пылевидные частицы сдуваются ветром и смываются осадками тем легче, чем менее шероховата поверхность листовой пластинки (Ерохина, 1987; Алексеев, 1990; Шихова, 1997; Неверова, 2001; Скрипальщикова, 1992; Кулагин, 1982; Volny, 1985).

Для получения полной картины пылездерживающей способности листьев необходимы длительные стационарные наблюдения. Нами было проведено одноразовое определение количества пыли, что позволило получить лишь относительные показатели (табл. 13) и некоторое представление о способности крупных кустарников осаждасть из воздуха пылевидные частицы в короткий временной период (десять дней между дождями).

Количество пыли, оседавшей на 100 листьях, колеблется в пределах от 100 до 300 г у всех исследованных видов, несколько меньше оседает лишь на яблоне ягодной. В среднем эта величина не зависит от размеров растений и составляет у яблони ягодной – 180 г/100 шт. листьев, рябины обыкновенной, боярышника кроваво-красного и клена ясенелистного соответственно – 222,30, 215,30 и 223,86 г/100 шт. листьев. Одно дерево рябины обыкновенной диаметром 14 см

отфильтровывает из воздуха в течение 10 дней 1,49 кг пылевидных частиц, дерево клена ясенелистного – 1,47 кг., боярышник кроваво-красный – 1,13 кг пыли, яблоня ягодная всего – 0,89 кг.

Таблица 13

Количество задержанной листьями пыли на деревьях,
растущих вдоль магистрали

Диаметр, см	Масса пыли на 100 листьях, мг	Количество листьев, шт.	Количество пыли на модельном дереве, г	Масса пыли на 1 см ² листовой поверхности, г
Яблоня ягодная				
2	131	208	36,40	0,05
4	104	733	109,22	0,01
6	166	1056	175,30	0,01
8	221	1827	403,77	0,03
10	189	2710	512,19	0,03
12	123	3542	644,64	0,02
14	177	5059	895,44	0,02
Рябина обыкновенная				
2	215	293	63,00	0,03
4	310	916	216,18	0,04
6	197	1982	483,61	0,03
8	169	3935	680,76	0,03
10	247	5206	1285,88	0,03
12	155	6217	1324,22	0,03
14	228	6533	1489,52	0,03
Боярышник кроваво-красный				
2	248	105	20,90	0,01
4	273	984	228,29	0,04
6	189	1691	319,60	0,02
8	234	1738	371,93	0,01
10	266	2417	522,07	0,01
12	238	4423	990,75	0,02
14	214	4866	1133,78	0,02
Клен ясенелистный				
2	192	281	53,95	0,05
4	218	920	200,56	0,04
6	272	2116	575,55	0,06
8	244	3292	803,25	0,05
10	116	5106	959,93	0,05
12	183	5355	979,97	0,04
14	239	6184	1477,98	0,04

В городских условиях наибольшая нагрузка по аккумуляции различного рода пыли ложится на деревья и кустарники с низко опущенной кроной (рис. 14).

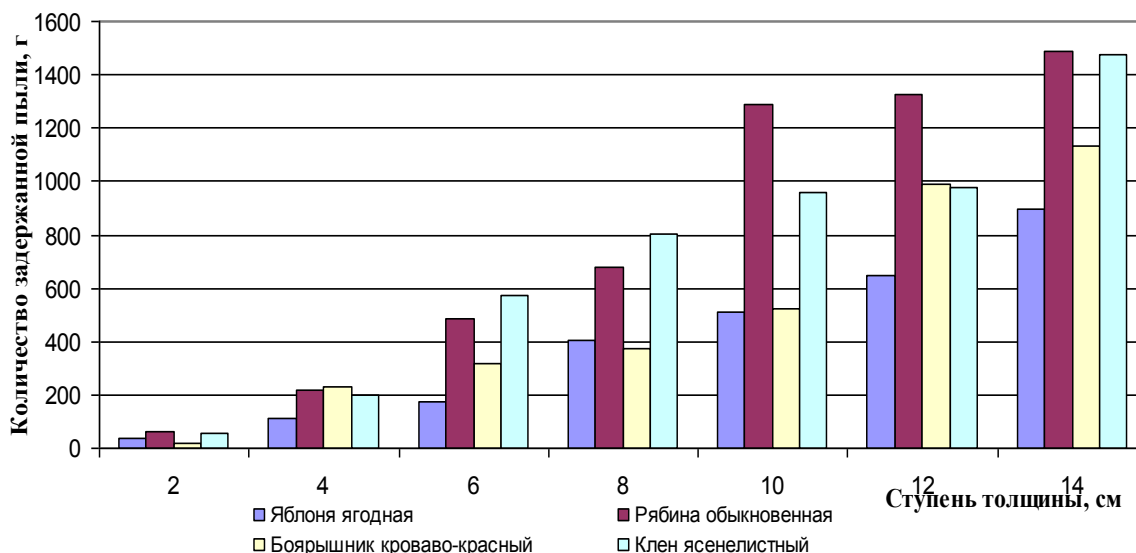


Рис. 14. Количество пыли на модельном дереве в зависимости от степени толщины

Если рассмотреть массу всей кроны дерева в целом, то очевидно, что количество задержанной кронами пыли увеличивается с возрастанием диаметра ствола и фитомассы кроны. Эта закономерность четко прослеживается во всех случаях. Больше количество пыли осаждалось рябиной обыкновенной и кленом ясенелистным.

На рис. 15 приведены данные по накоплению пыли в зависимости от площади листовой поверхности.

Изученные виды достаточно хорошо перехватывают пыль. Если принять количество пыли, задерживаемое листьями яблони ягодной за 100 %, то количество пыли, удерживаемое листьями рябины обыкновенной, будет 199,6 %, клена ясенелистного – 187,9 %, боярышника кроваво-красного – 129,2 %.

Сопоставив полученные данные с материалами других исследователей, можно утверждать, что все изученные виды обладают значительной пылеудерживающей способностью. Количество пыли, аккумулярованной на 1 м² по своим значениям, превосходит аналогичные показатели других авторов практически в два раза. Сравнение с данными Г.М. Илькуна (1978) показывает, что клен ясенелистный порослевого происхождения обладает значительной пылеудерживающей способностью.

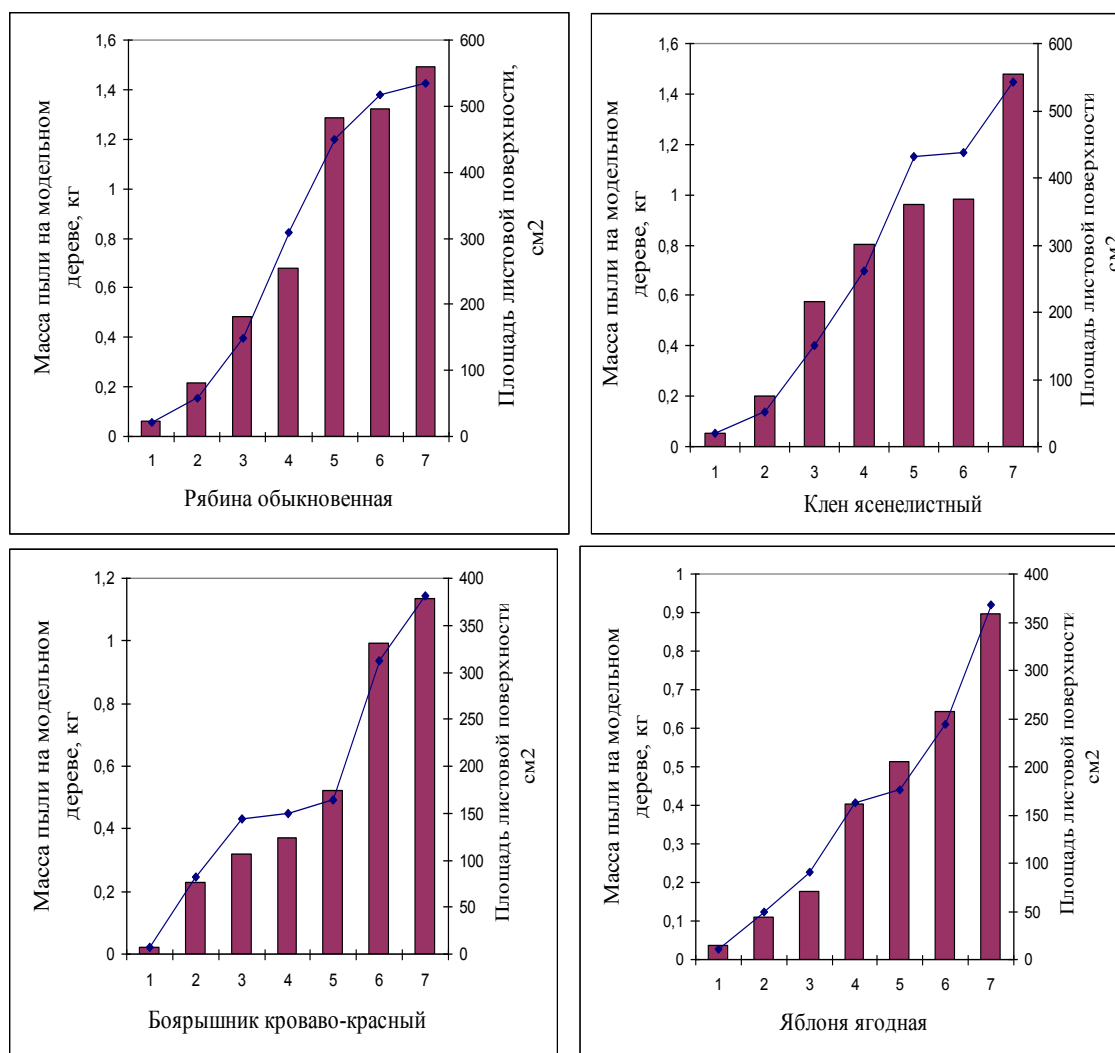


Рис. 15. Площадь листовой поверхности (столбцы) и количество аккумулированной ею пыли у исследуемых видов (линия)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создание и сохранение оптимальных условий для проживания человека в условия города возможно только при обеспечении экологического баланса среды, в связи с чем необходим учет и анализ свойств произрастающих древесных растений. Значительную экологическую нагрузку принимают на себя насаждения, расположенные вдоль крупных городских магистралей. Их эффективность зависит от выбора структуры и видового состава зеленых насаждений, соответствующих функции типа посадок.

Результаты исследований четырех видов: боярышник кроваво-красный, яблоня ягодная, рябина обыкновенная и клен ясенелистный, являющихся основой наиболее эффективных защитных уличных посадок, позволили выявить ряд закономерностей формирования надземной части растений.

Установлено, что по темпам изменения высоты с возрастом можно выделить две группы: «клен ясенелистный – рябина обыкновенная», средний прирост которых составляет около 0,4 м/год, и «боярышник кроваво-красный – яблоня ягодная», имеющих средний прирост 0,25 м/год.

Наращение диаметра с возрастом у всех изученных видов составляет от – 0,5 (яблоня ягодная, боярышник кроваво-красный) до 0,6 см/год (рябина обыкновенная, клен ясенелистный).

Несмотря на существующие отличия в изменении морфометрических параметров с возрастом, у всех видов зависимость увеличения объема от таксационного диаметра имеет вид уравнения первого порядка.

Наибольшую надземную фитомассу в пределах ступени толщины накапливает рябина обыкновенная, наименьшую – яблоня ягодная.

Вертикальная структура распределения фитомассы кроны боярышника кроваво-красного имеет обратно пирамидальную форму, в то время как у яблони ягодной, рябины обыкновенной и клена ясенелистного – ромбовидную.

У клена ясенелистного и рябины обыкновенной масса кроны составляет около 50 % от общей фитомассы. Для деревьев боярышника кроваво-красного и яблони ягодной характерно преобладание массы ствола 64–68 %.

Все изученные растения обладают значительной листовой массой, которая формируется за довольно короткие сроки (10–20 лет), что делает экологически обоснованным использование этих видов для озеленения городов.

По массе листьев и площади листовой поверхности также выделяются две группы: «клен ясенелистный – рябина обыкновенная» и «яблоня ягодная – боярышник кроваво-красный». Первая пара растений превышает показатели второй почти на 30 %.

Наибольшее количество пыли за 10-дневный срок аккумулировали листья клена ясенелистного и рябины обыкновенной – 0,30 кг на 1 м² листовой поверхности. Немного ниже показатели у боярышника кроваво-красного и яблони ягодной – 0,27 кг/м². Следовательно, все изученные растения обладают значительной пылеудерживающей способностью, что повышает их экологическую роль в посадках.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авдеева Е.В. Рост и индикаторная роль древесных растений в урбанизированной среде / Е.В. Авдеева. Красноярск: СибГТУ, 2007. 361 с.

Алексеев В.А. Влияние загрязнения на изменение морфоструктуры деревьев / В.А. Алексеев, И.В. Лязгунова // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1990. С. 87–94.

Алексеев В.А. Световой режим леса / В.А. Алексеев. Л.: Наука, 1975. 227 с.

Антипов В.Г. Устойчивость древесных растений к промышленным газам / В.Г. Антипов. Минск: Наука и техника, 1979. 216 с.

Анучин Н.П. Лесная таксация: учеб. для вузов / Н.П. Анучин. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 552 с.

Артемьев О.С. Методы таксации городских насаждений: монография / О.С. Артемьев. Красноярск: СибГТУ, 2003. 100 с.

Архипова Н.П. Окрестности Свердловска / Н.А. Архипова. Свердловск. Сред.-Урал. кн. изд-во, 1968. 191 с.

Архипова Н.П. Природные достопримечательности Екатеринбурга и его окрестностей / Н.П. Архипова. Екатеринбург: АКВА-ПРЕСС, 2001. 226 с.

Аткин А.С. Закономерности формирования органической массы деревьев и древостоев и новые методы ее оценки: методические указания для студентов, аспирантов и преподавателей / А.С. Аткин. Екатеринбург: УГЛТА, 1997. 63 с.

Аткин А.С. Структура и изменчивость органической массы в лесных сообществах: методические указания для студентов спец. 260400 / А.С. Аткин, Л.И. Аткина. Екатеринбург: УГЛТА, 1998. 40 с.

Аткина Л.И. Влияние выбросов автотранспорта на анатомические особенности хвои ели обыкновенной в условиях г. Екатеринбурга / Л.И. Аткина, С.В. Вишнякова // Лесной вестник. № 8, 2007. С. 4–7.

Аткина Л.И. Тополь серебристый пирамидальный селекции Н.А. коновалова: монография / Л.И. Аткина, Т.В. Корлыханова, М.С. Корлыханов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2009. 99 с.

Барахтенова Л.А. Влияние сернистого газа на фотосинтез растений / Л.А. Барахтенова, В.С. Николаевский. Новосибирск: Наука, 1988. 85 с.

Безуглая Э.Ю. Метеорологический потенциал и климатические особенности загрязнения воздуха городов / Э.Ю. Безуглая. Л.: Гидрометеопиздат, 1980. 184 с.

Беляева Л.В. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха и состояние древесных растений / Л.В. Беляева, С.В. Николаевский // Научные труды МЛТИ. Вып. 222. 1989. С. 36–47.

Бобкова К.С. Биологическая продуктивность хвойных лесов европейского Северо-Востока / К.С. Бобкова. Л.: Экспо, 1987. 156 с.

Бобкова К.С. Продуктивность и структура органической массы в спелых ельниках средней тайги республики Коми / К.С. Бобкова // Биогеоэкологические исследования таежных лесов. Сыктывкар, 1994. С. 6–21.

Бухарина И.Л. Биоэкологические особенности древесных растений и обоснование их использования в целях экологической оптимизации урбаноcреды (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ... доктора биол. наук. Тольятти, 2009. 38 с.

Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбосреды / И.Л. Бухарина // Известия Самарского научного центра РАН. Самара: Самарский НЦ РАН, 2008. Т. 10. № 2 (19). С. 607–612.

Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: монография / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.Е. Ведерников. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.

Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде / И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.Е. Ведерников. Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. 216 с.

Владимиров В.В. Город и ландшафт: проблемы, конструктивные задачи и решения / В.В. Владимиров, Е.М. Микулина, З.Н. Яргина. М.: Мысль, 1986. 238 с.

Габеев В.Н. Биологическая продуктивность лесов Приобья / В.Н. Габеев. Новосибирск: Наука, 1976. 171 с.

Габеев В.Н. Экология и продуктивность сосновых лесов / В.Н. Габеев. Новосибирск: Наука, 1990. 229 с.

Ганина О.Н. Зеленая зона как средство управления состоянием городской среды / О.Н. Ганина // Урбанизация и экология: межвуз. сб. науч. тр. Л.: 1990. 140 с.

Гордина Н.П. Продуктивность надземной фитомассы сосняков лишайниковых бассейна реки Сым: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск. 1979. 22 с.

Горышина Т.К. Растения в городе / Т.К. Горышина. Л.: ЛГУ, 1991. 152 с.

Горышина Т.К. Экология растений / Т.К. Горышина. М.: Высшая школа, 1979. 368 с.

Государственный доклад о состоянии природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2016 году.

Гродзинский Д.М. Надежность растительных систем / Д.М. Гродзинский. Киев: Наукова думка, 1983. 366 с.

Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан. М.: Мир, 1979. 200 с.

Дрейпер Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. М.: Статистика, 1973. 366 с.

Дукарский О.М. Статистический анализ и обработка наблюдений на ЭВМ «Минск-22» / О.М. Дукарский, А.Г. Закурдаев. М.: Статистика, 1971. 240 с.

Дылис Н.В. Фитомасса лесных биогеоценозов Подмосковья / Н.В. Дылис, Л.М. Носова. М.: Наука, 1977. 144 с.

Ерохина В.И. Озеленение населенных мест / В.И. Ерохина, Г.П. Жеребцова. М.: Стройиздат, 1987. 480 с.

Иванов А.И. Вертикальная структура фитомассы древостоев болотных сосняков. Биогеоценологическое изучение болотных лесов в связи с опытной гидромелиорацией / А.И. Иванов. М.: Наука, 1982. С. 132–158.

Иванова Р.Р. Устойчивость многолетних декоративных растений в городской среде / Р.Р. Иванова, Л.П. Ефремова. // Принципы и способы сохранения биоразнообразия: матер. всерос. науч. конф. Пушчино, 2008. С. 422–423.

Илькун Г.М. Газоустойчивость растений: вопросы экологии и физиологии / Г.М. Илькун. Киев: Наукова думка, 1971. 146 с.

Илькун Г.М. Загрязнители атмосферы и растений / Г.М. Илькун. Киев: Наукова Думка, 1978. 246 с.

Кавеленова Л.М. Проблемы организации системы фитомониторинга городской среды в условиях лесостепи / Л.М. Кавеленова. Самара: Изд-во «Самарский университет», 2003. 124 с.

Кавтаридзе Д.Н. Автомобильные дороги в экологических системах / Д.Н. Кавтаридзе, Л.Ф. Николаева, Е.Б. Поршнева [и др.]. М.: Черо, 1999. 240 с.

Казимиров Н.И. Изменчивость и математическая модель фитомассы сосновых деревьев и древостоев / Н.И. Казимиров, А.Е. Митруков // Формирование и продуктивность сосновых насаждений Карельской АССР и Мурманской области. Петрозаводск, 1978. С. 142–148.

Каменский Г.Г. Почвы г. Свердловска / Г.Г. Каменский. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1957. 418 с.

Каючкин Н.П. Транспортное воздействие / Н.П. Каючкин // Региональный экологический атлас. Новосибирск: СО РАН, 1998. С. 130–136.

Ким Л.О. Физиологическая оценка газоустойчивости растений в условиях промышленного региона на примере Кузбасса: автореф. дис. ... к.б.н. Казань, 1981. 26 с.

Кожевников А.М. Модели роста надземной фитомассы полных и оптимально-изреживаемых сосновых культур / А.М. Кожевников, В.М. Ефигменко, В.Ф. Решетников // Закономерности роста и производительности древостоев. Каунас, 1985. С. 221–223.

Колесников А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. М.: Лесная промышленность. 1974. 740 с.

Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенного загрязнения среды/ И.И.Коршиков. Киев: Наукова думка, 1996. 240 с.

Костенко А.В. Ранняя диагностика нарушений жизнедеятельности древесных растений в условиях загрязнения атмосферы / А.В. Костенко, Ю.Б. Воронин // Экология леса и охрана природы. М.: 1993. С. 52–55.

Костюкевич Н.И. Озеленение городов и населенных мест в целях оздоровления их климата / Н.И. Костюкевич // Лесоведение и лесное хозяйство. 1974. Вып. 8. С. 28–32.

Кулагин А.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей / А.А. Кулагин, Ю.А. Шагиева. М.: Наука, 2005. 190 с.

Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. М.: Наука, 1974. 124 с.

Кулагин Ю.З. Индустриальная дендрэкология и прогнозирование / Ю.З. Кулагин. М.: Наука, 1985. 117 с.

Кулагин Ю.З. О газоаккумулирующей функции древесных растений / Ю.З. Кулагин, С.А. Сергейчик // Экология. 1982. № 6. С. 9–14.

Кулагина М.А. Продуктивность сосновых лесов / М.А. Кулагина. М.: Наука, 1978. 161 с.

Курбатова А.С. Экология города / А.С. Курбатова, В.Н. Башкин, Н.С. Касимов. М.: Научный мир, 2004. 624 с.

Лесничий В.Е. Вертикально-фракционная структура фитомассы искусственных сосновых насаждений малого Полесья УССР / В.Е. Лесничий // тр. Львов. с.-х. ин-та. Т. 88. 1980. С. 79-87.

Ложкин В.Н. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом / В.Н. Ложкин. СПб.: НПК «Атмосфера», 2001. 297 с.

Лукьянов В.М. Зеленые зоны населенных пунктов Нечерноземья / В.М. Лукьянов. М.: Агропромиздат, 1987. 219 с.

Маслаков Е.А. Эколого-ценотические факторы возобновления и формирования (организации) насаждений сосны: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск. 1981. 50 с.

Машинский В.Л. Город и природа / В.Л. Машинский. М.: Стройиздат, 1973. 228 с.

Машинский В.Л. Проектирование озеленения жилых районов / В.Л. Машинский, Е.Г. Залогина. М.: Стройиздат, 1978. 113 с.

Методика инвентаризации городских зеленых насаждений. М.: Минстрой России, 1997. 8 с.

Митропольский А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский М.: Наука, 1971. 576 с.

Мозолевская Е.Т. Проблемы озеленения города глазами эколога / Е.Т. Мозолевская // Проблемы озеленения крупных городов: матер. 11 Межд. конф. М.: Прима-пресс Экспо, 2008. С. 12–14.

Молчанов А.А. Методика изучения прироста древесных растений / А.А. Молчанов, В.В. Смирнов. М.: Наука, 1967. 100 с.

Молчанов А.А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон / А.А. Молчанов. М.: Наука, 1971. 275 с.

Нагимов З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: Автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук. Екатеринбург, 2000. 40 с.

Неверова О. А. Биоэкологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха по состоянию древесных растений / О.А. Неверова. Новосибирск: Наука. 2001. 119 с.

Неверова О.А. Древесные растения и урбанизированная среда: экологические и биотехнологические аспекты / О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова. Новосибирск: Наука, 2003. 222 с.

Неверова О.А. Поглощительная способность древесных растений как средство оптимизации среды промышленного города / О.А. Неверова // Экология промыш. производства. 2002. № 1. С. 2–8.

Николаев В.А. Ландшафтоведение. Эстетика и дизайн / В.А. Николаев. М.: Апект Пресс, 2003. 410 с.

Николаевский В.С. Влияние некоторых факторов городской среды на состояние древесных пород / В.С. Николаевский, И.В. Васина, Н.Г. Николаевская // Лесной вестник. 1998. № 2. С. 28–38.

Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. Новосибирск: Наука, 1979. 280 с.

Николаевский Т.В. Эколого-физиологические основы газоустойчивости растений / Т.В. Николаевский. Новосибирск: Наука, 1998. 64 с.

Новиков А.Л. Определитель деревьев и кустарников в безлистном состоянии. Минск: Вышш. шк., 1965. С. 201; 408 с.

Одинак Я.П. Вертикально-фракційний розподіл надземної фітомаси букового біогеоценозу / Я.П. Одинак, Д.В. Борсук // Укр. ботан. журн. Т. 34. № 4. 1977. С. 408–414.

Пасынкова М.В. Влияние дымогазовых предприятий на окружающую среду. Свердловск: Изд-во Уральского гос. ун-та, 1979. 168 с.

Петров А.П. Дендрология. Методические указания для лабораторных занятий студентов очной формы обучения специальностей 250100, 250201 и 250203. Екатеринбург, 2010. 436 с.

Поварницина Т.М. Эколого-физиологические особенности адаптации древесных растений к условиям крупных промышленных центров (на примере г. Ижевска): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Тольятти, 2007. 20 с.

Подзоров Н.В. Пылефильтрующая способность насаждений / Н.В. Подзоров // Лесное хозяйство, № 1. 1967. С. 39–40.

Поздняков Л.К. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии / Л.К. Поздняков, В.В. Протопов, В.М. Горбатенко. Красноярск: Кн. изд-во, 1969. 154 с.

Попова О.С. Древесные растения лесных, защитных, зеленых насаждений: учеб. пособие / О.С. Попова, В.П. Попов, Г.У. Харахонова. Красноярск: КрасГАУ, 2005. 159 с.

Ремезова Г.Л. Типы леса Воронежского заповедника / Г.Л. Ремезова // Тр. Воронеж, заповедника. 1959. Т. 8. Вып.13. С. 187–231.

Родин Л.Е. Методические указания к изучению динамики биологического круговорота в фитоценозах / Л.Е. Родин, Н.И. Ремезов, Н.И. Базилевич. Л.: Наука, 1968. 142 с.

Семечкина М.Г. Структура фитомассы сосняков / М.Г. Семечкина. Новосибирск: Наука, 1978. 165 с.

Сергиевская Е.В. Систематика высших растений: практический курс. 2-е изд. СПб.: Лань, 2002. С. 231–233.

Сергейчик С.А. Газопоглотительная способность растений и аккумуляция в них элементов промышленных загрязнений / С.А. Сергейчик // Оптимизация окружающей среды средствами озеленения. Минск: Наука и техника, 1985. С. 68–75.

Сергейчик С.А. Древесные растения и окружающая среда / С.А. Сергейчик. Минск: Ураджай, 1985. 111 с.

Сергейчик С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды / С.А. Сергейчик. Минск, 1984. 167 с.

Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде / А. Сергейчик. Минск: Навука і тэхніка, 1994. 279 с.

Скрипальщикова Л.Н. Взаимосвязь аккумуляции пыли деревьями березы с фитомассой крон / Л.Н. Скрипальщикова // Лесная таксация и лесоустройство. 1992. № 6. С. 16–22.

Скрипальщикова Л.Н. Пылеаккумулирующая способность сосновых и березовых фитоценозов лесостепных районов Сибири / Л.Н. Скрипальщикова // География и природные ресурсы, № 1. 1992. С. 39–44.

Смирнов В.В. Органическая масса в некоторых фитоценозах европейской части СССР / В.В. Смирнов. М.: Наука, 1971. 362 с.

Сомов Е.В. Рост сосны обыкновенной в парных посадках на территории г. Хабаровска / Е.В. Сомов, Н.В. Выводцев, Е.Д. Тихонова, В.А. Голубцова // Леса России в XXI веке. Матер. Первой науч.-практич. интернет-конф. СПб.: 2009. С. 46–49.

Сродных Т.Б. Ассортимент древесно-кустарниковых видов в озеленении г. Екатеринбурга: сб. научных трудов / Т.Б. Сродных, В.Н. Денко. Екатеринбург: УГЛТУ, 2004. Вып. 25. С. 150–154.

Сродных Т.Б. Почвы на объектах озеленения города Екатеринбурга / Т.Б. Сродных, В.А. Нечаева // Аграрный вестник Урала. 2008. №5(47). С. 41–42.

Стурман В.И. Промышленные источники: вклад в загрязнение и пути его снижения / В.И. Стурман, А.А. Гагарин // Воздушный бассейн Ижевска / Под ред. В.И. Стурмана. Москва–Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2002. С. 40–43.

Табаксблат Л.С. Ландшафтоведение: учебное пособие / Л.С. Табаксблат, Л.И. Аткина. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 350 с.

Третьяков Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н.В. Третьяков. М.: Новая деревня, 1927. 113 с.

Тябера А.П. К вопросу моделирования хода роста древостоев / А.П. Тябера // Моделирование и контроль производительности древостоев: Сб. науч. тр. Каунас, 1983. С. 3–6.

Тябера А.П. Моделирование производительности сосновых древостоев разной густоты / А.П. Тябера // Лесное хозяйство. 1982. № 5. С. 59–62.

Усольцев В.А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев: монография / В.А. Усольцев. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 216 с.

Усольцев В.А. Глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов / В.А. Усольцев // Лесной журнал. № 4. 1993. С. 3–7.

Усольцев В.А. Международный лесной мониторинг и базы данных о фитомассе лесов / В.А. Усольцев // Лесная таксация и лесоустройство. Красноярск: 1994. С. 42–49.

Усольцев В.А. Международный лесной мониторинг, глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов / В.А. Усольцев. Екатеринбург: УГЛТА. 1995, а.

Усольцев В.А. Международный лесной мониторинг, глобальные экологические программы и базы данных о фитомассе лесов / В.А. Усольцев // Лесное хозяйство. № 5. 1995, а. С. 33–35.

Усольцев В.А. Методы и таблицы оценки надземной фитомассы деревьев / В.А. Усольцев, З.Я. Нагимов, В.В. Дементьев, И.В. Мельникова // Методы и таблицы оценки надземной фитомассы деревьев: сб. науч. тр. / Екатеринбург, 1998. Вып. 16. С. 90–110.

Усольцев В.А. Методы определения биологической продуктивности насаждений: монография / В.А. Усольцев, С.В. Залесов. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. университет, 2005. 148 с.

Усольцев В.А. Методы таксации фитомассы деревьев / В.А. Усольцев, З.Я. Нагимов. Свердловск: Урал. гос. лесотехн. институт, 1988а. 44 с.

Усольцев В.А. Фитомасса лесов Северной Евразии: база данных и география. / В.А. Усольцев. Екатеринбург: УрО РАН, 2001. 709 с.

Усольцев, В.А. Методы таксации фитомассы древостоев / В.А. Усольцев, З.Я. Нагимов. Свердловск: Урал. гос. лесотехн. институт, 1988б. 46 с.

Уткин А.И. Биологическая продуктивность культур сосны обыкновенной в Ульяновском Поволжье / А.И. Уткин, Л.С. Ермолова // Лесоведение. № 3. 1979. С. 3–15.

Уткин А.И. Вертикально-фракционное распределение фитомассы и принципы выделения биогеогоризонтов в лесных биогеоценозах / А.И. Уткин, Л.Г. Бязров, Н.В. Дылис, О.Н. Солнцева // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 74. Вып. 1. 1969. С. 85–100.

Уткин А.И. Изучение вертикального распределения фитомассы в лесных биогеоценозах / А.И. Уткин, Н.В. Дылис // Тр. МОИП. Отд. биол. Т. 69. Вып. 6. М., 1966. С. 79–91.

Уткин А.И. Лес России. Энциклопедия / А.И. Уткин, Г.В. Линдеман, В.И. Некрасова [и др.]. М.: Большая Российская Энциклопедия, 1995. С. 447.

Уткин А.И. О показателях лесных биогеоценозов / А.И. Уткин // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1975. Т. 80, № 2. С. 95–107.

Фролов А.К. Окружающая среда крупного города и жизнь растений в нем / А.К. Фролов. СПб.: Наука, 1998. 327 с.

Хайрутдинов Ф.Ю. Природа и насаждения зеленых зон городов / Ф.Ю. Хайрутдинов, Х.Г. Мусин, М.Р. Сахибгареев, А.Ф. Хайретдинов, Ф.Ю. Хайрутдинов // М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. 400 с.

Чернышенко О.В. Древесные растения в экстремальных условиях города / О.В. Чернышенко // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: науч. труды. Вып. 307(1). М.: МГУЛ, 2001, а. С. 140–146.

Чернышенко О.В. Критерии оценки поглотительной способности древесных растений в урбоэкосистемах / О.В. Чернышенко // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: научн. труды. Вып. 307(1). М.: МГУЛ, 2006. С. 133–140.

Чернышенко О.В. Пылефильтрующая способность древесных растений в городе и ее экологическое значение / О.В. Чернышенко // Экология, мониторинг и рациональное природопользование: научн. труды. Вып. 307(1). М.: МГУЛ, 2001в. С. 124–132.

Шергина О.В. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска: монография / О.В. Шергина, Т.А. Михайлова. Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2007. 200 с.

Шихова Н.С. Аккумуляция ТМ древесными породами в условиях интенсивного техногенеза / Н.С. Шихова // Лесоведение. 1997. № 5. С. 32–42.

Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Р. Шуберт. М.: Мир, 1988. 220 с.

Яблоков А.С. Культура лиственницы и уход за насаждениями / А.С. Яблоков. М.: Гослехтехиздат, 1934. 128 с.

Carinanons P. Biological quality of the air in different Urban Environments / P.Carinanons, J.C. Prieto, C. Calan // Materials of II Symposium on Aerobiology. Viennar Austria.: 5–9 September 2000. P. 305–308.

Dassler H.G. Einfluss von Luftverunreinigungen auf die Vegetation. Ursachen. Wirkungen. Gegenmasnahmen. Jena, 1976. S. 190.

Dochiger L.S. Interception of airborne particles by tree plantings / L.S. Dochiger // J. Ervir. Qual., 1980. № 2. P. 265-268.

Fujimory T. Analysis of forest canopy on the basis of a Tsuga heterofylla forest / T. Fujimory // Jap. J. Ecol. Vol. 21. № 3/4. 1971. P 41–52.

Monsi M. Uber den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung fur die Stoffproduktion / M. Monsi, T. Saeki // Jap. J. Bot. 1953. v. 14. № 1. P. 22–52.

Oszlanyi J. vertical distribution of the above-ground biomass in the production space of the oak-hornbeam ecosystem / J. Oszlanyi // Biol. pr. Roc. 23 №1. P. 3–130.

Quiqley M.F. Street trees and rural conspecifics: Will long lived trees reach full size in urban conditions? / M.F. Quiqley // Urban Ecosystems. 2004.V. 7. P. 29–39.

Summit J. Residential tree planting and care: a study of attitudes and behavior in Sacramento, California / J. Summit, E.G. McPherson // Journal of arboriculture. 1998. Vol. 24. No. 2. P. 172–185

Volny S. The effects forest stands on filtration of solid emissions (in Czech) / S.Volny, S. Kapounek // ZSVUSPZV, Y. 1–6/03/ Bruno, 1985. LFVSZ. 60 p.

William E. Winner Absortion of air pollution by plants, and consequences for growth / William E. Winner, Christopher J. Atkinson // Trends Ecol. And Evol. 1986. № 1. P. 15–18.

Wilmers F. Green in urban climate / F. Wilmers // Environ. Meteorol.: Proc. Int. Symp. Dordrecht, 1988. P. 359–379.

Zipperer W.S. Urban tree cover: an ecological perspective / W.S. Zipperer et. al. // Urban Ecosystems. 1997. V. 1. P. 229–246.

Приложение 1


Характеристика объектов исследования


Яблоня ягодная – Я, клен ясенелистный – Кл, рябина обыкновенная – Рб, боярышник кроваво-красный –Бояр


№ участка	Расположение	Виды	Тип посадки
1	2	3	4
1	Бульвар Малахова	Я, Рб, Кл	Рядовая
2	Дублер Сибирского тракта	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая, групповая
3	Егоршинский подход	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая, групповая
4	Московский тракт ул. Metallургов	Я, Рб, Кл	Рядовая, групповая
5	пер. Трактористов	Я, Кл,	Рядовая
6	Развязка ул. Луганская - пер. Базовый	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая, групповая
7	Сибирский тракт	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая, куртины
8	Сиреневый бульвар	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
9	Тбилисский бульвар	Я, Рб, Кл,	Рядовая
10	ул Декабристов	Я, Рб, Кл	Рядовая
11	ул. Академика Шварца	Я, Рб, Кл	Рядовая
12	ул. Белинского	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
13	ул. Библиотечная	Рб, Кл	Рядовая
14	ул. Блюхера	Я, Рб, Кл,	Рядовая, куртины
15	ул. Варшавская	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая, куртин
16	ул. Викулова	Я, Бояр	Рядовая
17	ул. Восточная	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая

1	2	3	4
18	ул. Данилы Зверева	Я, Рб, Кл	Рядовая, куртины
19	ул. Комсомольская	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
20	ул. Куйбышева	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
21	ул. Латвийская	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
22	ул. Ленина	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
23	ул. Луначарского	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
24	ул. Малышева	Я, Бояр	Рядовая
25	Ул. Мамина-Сибиряка	Я, Рб, Кл	Рядовая
26	ул. Мира	Я, Рб, Кл	Рядовая
27	ул. Новгородцевой	Я, Кл	Рядовая
28	ул. Первомайская	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
29	ул. Посадская	Я, Рб, Кл	Рядовая, групповая
30	ул. Серафимы Дерябиной	Я, Кл	Рядовая
31	ул. Смазчиков	Я, Кл	Рядовая
32	Ул. Советская	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
33	ул. Сыромолотова	Я	Рядовая
34	ул. Титова	Я, Кл	Рядовая, групповая
35	ул. Уральская	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
36	ул. Шаумяна	Я, Рб, Кл	Рядовая
37	ул. Щербакова	Я, Рб, Кл, Бояр	Рядовая
38	Ул. Чапаева	Я, Рб, Кл	Рядовая
39	Ул. Челюскинцев	Я, Рб, Кл	Рядовая
40	ул. Ясная	Я, Рб, Кл	Рядовая

Биологическая характеристика изученных видов

	Вид	Морфологическая характеристика	Изображение
1	<p>Клен ясененлистный <i>Acer negundo L.</i></p>	<p>Листопадное дерево до 21 м (обычно 12–15 м) высотой и до 90 см (обычно 30–60 см) в диаметре, с неравномерной кроной. Ствол короткий, часто в основании разделяется на несколько длинных, раскидистых, большей частью изогнутых отростков, которые расходятся неравномерно в разные стороны и создают скачкообразную крону. Кора тонкая, серая или светло-коричневая, с неглубокими пересекающимися бороздками. Почки белые и пушистые; боковые почки прижаты. Листья супротивные, сложные непарноперистые, имеют 3, 5, 7 (реже 9, 11 или 13) листочков, каждый из которых 15–18 см длиной; в верхней части светло-зелёные, снизу бледные серебристо-белые, обычно гладкие на ощупь; на черешках длиной до 8 см; напоминают по форме лист ясеня – отсюда и русское видовое название. Листья на краях шероховато пильчатые или лопатные. Растение двудомное, то есть мужские и женские цветки расположены на разных деревьях.</p> <p>Плод – крылатка, состоящая из двух крылышек с одним семенем в каждом, расположенных по отношению друг к другу под углом менее 60 градусов. Каждое крылышко около 4 см длиной. Плод созревает в августе – октябре, но остаётся висеть на дереве до весны.</p>	

	Вид	Морфологическая характеристика	Изображение
2	<p>Рябина обыкновенная</p> <p><i>Sorbus aucuparia</i></p>	<p>Дерево, реже кустарник. Достигает 12 м высоты (обычно 5–10 м). Крона округлая, ажурная.</p> <p>Молодые побеги серовато-красные, опушены. Кора взрослых деревьев гладкая светло-серо-коричневая или жёлто-серая, блестящая.</p> <p>Почки войлочно-пушистые.</p> <p>Листья до 20 см длиной, очерёдные, непарноперистосложные, состоят из 7–15 почти сидячих ланцетных или вытянутых, заострённых, зубчатых по краю листочков, цельнокрайних в нижней части и пильчатых в верхней, сверху зелёных, обычно матовых, снизу заметно более бледных, опушённых. Осенью листья окрашиваются в золотистые и красные тона.</p> <p>Цветки пятичленные многочисленные, собранные в густые щитковидные соцветия диаметром до 10 см; соцветия располагаются на концах укороченных побегов. Цветоложе урноподобной формы – чашечка из пяти широкотреугольных реснитчатых чашелистиков. Венчик белый (0,8–1,5 см в диаметре), лепестков пять, тычинок много, пестик один, столбиков три, завязь нижняя. При цветении источается неприятный запах (причиной тому газ триметиламин). Цветёт в мае – июне.</p> <p>Плод – шаровидное сочное оранжево-красное яблоко (около 1 см в поперечнике) с мелкими округлыми по краю семенами.</p> <p>Плоды созревают в конце августа – сентябре и висят зрелыми до зимы</p>	 <p>The illustration depicts a branch of Sorbus aucuparia with several pinnately compound leaves. At the top, there is a large, flat-topped cluster of small, light-colored flowers. Below the leaves, a cluster of bright red, round fruits is shown. To the right, there are two detailed cross-sections of the fruit, revealing three seeds inside. The drawing is signed '1722 Sorbus aucuparia L. Vogelbeere.' at the bottom right.</p>

	Вид	Морфологическая характеристика	Изображение
3	<p>Яблоня ягодная</p> <p><i>Malus baccata</i> var. <i>baccata</i></p>	<p>Деревья с развесистой кроной высотой 2,5–15 м. Ветви – укороченные (плодущие), на которых закладываются цветочные почки, и удлинённые (ростовые). На ветвях имеются колючки.</p> <p>Листья черешковые, голые или опушённые снизу, с опадающими или остающимися прилистниками.</p> <p>Цветки собраны в немногочетковые полузонтиковидные или щитковидные соцветия. Окраска цветков может изменяться от совершенно белой до нежно-розовой и ярко-малиновой. Цветки яблони протогиничны: гинецей созревает раньше андроеца. Опыляются насекомыми.</p> <p>Плод – яблоко, возникающее из нижней завязи. Гинецей заключён в нижнюю завязь. По мере формирования плода плодолистики становятся хрящеватыми, пергаментными, кожистыми. На разрезе плода чётко видна граница между тканями гипантия и тканями завязи, очерченная окружностью более плотно расположенных клеток и сосудистых пучков.</p> <p>Очень мелкоплодный вид (плоды до 1 см диаметром) с несколькими разновидностями, имеющими некоторые морфологические различия и различные ареалы.</p> <p>Сибирки отличаются неприхотливостью, высокой урожайностью, низкорослостью, однако хозяйственно-ценных сортов на основе одной лишь только сибирской яблони, без привлечения в скрещивания крупноплодных форм других видов, до настоящего времени не выделено (Сергиевская, 2002).</p>	

	Вид	Морфологическая характеристика	Изображение
4	<p>Боярышник кроваво-красный</p> <p><i>Crataegus sanguinea</i> Pall</p>	<p>Высокий кустарник, реже небольшое дерево, высотой 1–4 (до 6) м, со стволом диаметром до 10 см, покрытым темно-бурой или буро-серой корой. Ветки кроваво-красные или тёмные, блестящие; молодые побеги негусто-волосистые, затем голые. Колючки прямые, твёрдые, толстые, длиной 1,5–4(5) см, толщиной около 2 мм, тёмно-красные, на молодых побегах немногочисленные или совершенно отсутствуют. Чечевички на ветвях и побегах беловатые, круглые. Сердцевина белая. Сердцевинные лучи слабо заметны. Почки яйцевидные, тупые, длиной 4–6 мм; боковые продолговато-яйцевидные, заострённые, совершенно голые. Чешуйки почек тёмно-красного цвета, блестящие, с широкой светло-коричневой каймой. Листовой рубец слегка изогнут, с тремя следами, которые представляют собой вытянутые по рубцам точки. Прилистники серповидные или косо-сердцевидные, крупно-железисто-зубчатые, долго остающиеся на побегах.</p> <p>Листья очерёдные, яйцевидные, обратнояйцевидные или широко-ромбические, с острой вершиной и клиновидным, цельнокрайним основанием, неглубоко трёх–семи-неглубоколопастные или крупнозубчатые, с тремя – пятью пильчатыми лопастями; на коротких побегах – длиной 3–6 см, шириной 2,5–5 см; на длинных – иногда более глубоко лопастные, изредка при оснований почти отдельные, длиной до 10 см, с обеих сторон, реже только снизу, негусто волосистые, сверху тёмно-зелёные, снизу значительно светлее. Черешки длиной 0,5—2 см. Прилистники серповидные или косо-сердцевидные, крупножелезистозубчатые.</p>	

	Вид	Морфологическая характеристика	Изображение
		<p>Пыльцевые зёрна трёхбороздно-поровые, четырёхбороздно-поровые, шаровидной или шаровидно-сплюсненной формы. Длина полярной оси 42–45,9 мкм, экваториальный диаметр 42,5–48 мкм. В очертании с полюса округло-треугольные, с прямыми или выпуклыми сторонами, с экватора округлые или эллиптические. Борозды шириной: у трёхбороздных – 17,6–22 мкм, у четырёхбороздных – 13,8–20,7 мкм, с неровными краями, с притуплёнными концами, почти сходящимися у полюсов. Поры округлые, с диаметром, равным ширине борозд, или овальные, продольно вытянутые, с наибольшим диаметром 27 мкм. Мембрана борозд и пор зернистая. Ширина мезокольпиума: у трёхбороздных – 22–26 мкм, у четырёхбороздных 23–26 (30) мкм; диаметр апокольпиума соответственно – 2,3–5,5 мкм и 3–5 мкм. Скульптура тонкая, волнисто-морщинистая, видна только под иммерсионным объективом. Пыльца ярко-жёлтого цвета. -эллипсоидальные, диаметром 8—10 мкм, кроваво-красные, очень редко оранжево-жёлтые, зрелые прозрачные, с остающейся чашечкой, с мучнистой мякотью.</p> <p>Косточки в числе двух — пяти, длиной 5–7 мм, шириной 3–5 мм, со спинной стороны извилисто-ребристые, с боков вдавленные, неравномерно-извилисто-морщинистые, с брюшной стороны килеватые. В 1 кг 2 тысячи плодов, или 45,5 тысяч косточек; вес 1 тысячи косточек 17–26 г. Плодоносит в сентябре – октябре. Начинает плодоносить в 10–15-летнем возрасте.</p>	

Приложение 3

3.1. Надземная фитомасса модельных деревьев боярышника кроваво-красного

№ п/п	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр кроны, м	Таксационный диаметр, см	Высота штамба, м	Фитомасса модельного дерева									
						ствол		крона						всего	
								ветви		листья		итого			
						г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1	9	3,36	1,0	2	0,4	751	86,8	74	8,6	40	4,6	114	13,2	865	100
2	13	4,8	2,0	4	0,5	3310	72,5	842	18,4	413	9,1	1255	27,5	4565	100
3	16	5,33	2,2	6	2,0	3967	69,6	1020	17,9	715	12,5	1735	30,4	5702	100
4	17	5,71	2,0	8	1,2	4366	67,8	1337	20,7	741	11,5	2078	32,2	6444	100
5	18	5,63	2,3	10	1,2	4819	63,8	1816	24,1	913	12,1	2729	36,2	7548	100
6	20	7,73	3,0	12	1,6	4985	55,3	2318	25,7	1710	19,0	4028	44,7	9013	100
7	21	7,45	3,5	14	1,2	5288	56,8	2044	22,0	1976	21,2	4020	43,2	9308	100

3.2. Надземная фитомасса модельных деревьев яблони ягодной

№ п/п	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр кроны, м	Таксационный диаметр, см	Высота штамба, м	Фитомасса модельного дерева									
						ствол		крона						всего	
								ветви		листья		итого			
						г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1	9	1,64	1,35	2	0,6	719	76,2	153	16,2	71	7,6	224	23,8	943	100
2	10	2,0	1,6	4	0,8	1848	71,6	441	17,1	293	11,3	734	28,4	2582	100
3	14	2,51	1,68	6	1,1	2609	70,5	616	16,6	476	12,9	1092	29,5	3701	100
4	15	3,2	3,64	8	1,1	3313	62,5	1153	21,7	838	15,8	1991	37,5	5304	100
5	17	4,43	3,75	10	1,0	3683	57,5	1664	26,0	1059	16,5	2723	42,5	6406	100
6	18	5,35	3,77	12	1,8	4229	55,4	1971	25,8	1430	18,8	3401	44,6	7630	100
7	20	6,42	7,6	14	1,5	5324	52,2	2772	27,2	2096	20,6	4868	47,8	10192	100

3.3. Надземная фитомасса деревьев рябины обыкновенной

№ П/П	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр кроны, м	Таксационный диаметр, см	Высота штамба, м	Фитомасса модельного дерева									
						ствол		крона						всего	
								ветви		листья		ИТОГО			
						г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1	7	2,1	3,5	2	0,9	1011	76,2	203	15,3	113	8,5	316	23,8	1327	100
2	11	2,63	3,7	4	0,8	2025	71,4	472	16,6	339	12,0	811	28,6	2836	100
3	14	4,82	3,9	6	1,1	3610	66,4	1033	19,0	793	14,6	1826	33,6	5436	100
4	13	5,92	7,0	8	1,4	4687	57,0	1925	23,4	1613	19,6	3538	43,0	8225	100
5	14	6,71	8,6	10	0,9	5087	52,7	2320	24,1	2237	23,2	4557	47,3	9644	100
6	16	7,4	8,7	12	1,0	5388	51,0	2557	24,2	2621	24,8	5178	49,0	10566	100
7	19	9,43	8,2	14	0,6	5432	50,6	2567	23,9	2734	25,5	5301	49,4	10733	100

3.4. Надземная фитомасса деревьев клена ясенелистного

№ п/п	Возраст, лет	Высота, м	Диаметр кроны, м	Таксационный диаметр, см	Высота штамба, м	Фитомасса модельного дерева									
						СТВОЛ		КРОНА						ВСЕГО	
								ВЕТВИ		ЛИСТЬЯ		ИТОГО			
						г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1	6	1,94	2,8	2	0,4	609	64,9	214	22,8	115	12,3	329	35,1	938	100
2	8	3,38	4,5	4	0,8	1622	63,4	528	20,6	409	16,0	937	36,6	2559	100
3	12	5,2	4,1	6	0,8	2580	54,9	1257	26,7	864	18,4	2121	45,1	4701	100
4	15	6,72	6,6	8	0,9	3182	51,5	1577	25,5	1419	23,0	2996	48,5	6178	100
5	16	7,23	8,1	10	1,2	4561	50,8	2150	23,9	2267	25,3	4417	49,2	8978	100
6	19	8,29	8,5	12	0,9	4570	49,9	2244	24,5	2342	25,6	4586	50,1	9156	100
7	19	9,75	8,8	14	1,6	5236	49,8	2470	23,5	2804	26,7	5274	50,2	10510	100

Приложение 4

4.1. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев боярышника кроваво-красного

69

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3,36	1 ¹	76,0	107,0	118,0	108,0	98,0	77,0	60,0	53,0	30,0	24,0	751
			2	10,1	14,2	15,7	14,4	13,0	10,3	8,0	7,1	4,0	3,2	100
2	4	4,80	1	764,0	565,0	551,0	425,0	347,0	248,0	182,0	123,0	60,0	45,0	3310
			2	23,1	17,1	16,6	12,8	10,5	7,5	5,5	3,7	1,8	1,4	100
3	6	5,33	1	623,0	607,0	550,0	518,0	475,0	354,0	305,0	238,0	211,0	86,0	3967
			2	15,7	15,3	13,9	13,1	12,0	8,9	7,7	5,9	5,3	2,2	100
4	8	5,71	1	752,0	718,0	734,0	481,0	409,0	413,0	409,0	228,0	128,0	94,0	4366
			2	17,2	16,4	16,8	11,0	9,4	9,5	9,4	5,2	2,9	2,2	100
5	10	5,63	1	773,0	781,0	659,0	594,0	528,0	527,0	451,0	328,0	113,0	65,0	4819
			2	16,0	16,2	13,7	12,3	11,0	10,9	9,4	6,8	2,3	1,4	100
6	12	7,73	1	750,0	810,0	741,0	583,0	506,0	482,0	438,0	387,0	202,0	86,0	4985
			2	15,0	16,3	14,8	11,7	10,2	9,7	8,8	7,8	4,0	1,7	100
7	14	7,45	1	927,0	841,0	843,0	645,0	634,0	470,0	426,0	279,0	150,0	73,0	5288
			2	17,5	15,9	15,9	12,2	12,0	8,9	8,1	5,3	2,8	1,4	100
В среднем, %				16,4	15,9	15,3	12,5	11,2	9,4	8,1	6,0	3,3	1,9	100

¹ 1 – масса, г; 2 – доля, %.

4.2. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев яблони ягодной

70

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	1,64	1 ²	116,0	98,0	98,0	82,0	80,0	63,0	59,0	61,0	34,0	28,0	719
			2	16,1	13,6	13,6	11,4	11,2	8,8	8,2	8,5	4,7	3,9	100
2	4	2,0	1	328,0	292,0	280,0	213,0	214,0	153,0	111,0	108,0	92,0	54,0	1848
			2	17,8	15,8	15,2	11,6	11,6	8,3	6,0	5,8	5,0	2,9	100
3	6	2,51	1	436,0	429,0	394,0	397,0	278,0	235,0	154,0	118,0	104,0	64,0	2609
			2	16,7	16,4	15,1	15,2	10,7	9,0	5,9	4,5	4,0	2,5	100
4	8	3,2	1	629,0	619,0	581,0	465,0	321,0	266,0	212,0	119,0	52,0	49,0	3313
			2	19,0	18,7	17,5	14,0	9,7	8,0	6,4	3,6	1,6	1,5	100
5	10	4,43	1	657,0	605,0	599,0	511,0	377,0	352,0	278,0	134,0	96,0	74,0	3683
			2	17,8	16,4	16,3	13,9	10,2	9,6	7,5	3,7	2,6	2,0	100
6	12	5,35	1	736,0	720,0	631,0	544,0	528,0	354,0	312,0	202,0	139,0	63,0	4229
			2	17,4	17,0	14,9	12,9	12,5	8,4	7,3	4,8	3,3	1,5	100
7	14		1	807,0	785,0	731,0	660,0	628,0	587,0	414,0	361,0	242,0	109,0	5324
			2	15,2	14,7	13,7	12,4	11,8	11,0	7,8	6,8	4,6	2,0	100
В среднем, %				17,1	16,0	15,1	13,1	11,1	9,0	7,0	5,4	3,7	2,5	100

² 1 – масса, г; 2 – доля, %.

4.3. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев рябины обыкновенной

71

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	2,1	1 ³	218,0	232,0	112,0	101,0	102,0	72,0	68,0	59,0	27	20,0	1011
			2	21,6	22,9	11,1	10,0	10,1	7,1	6,7	5,8	2,7	2,0	100
2	4	2,6	1	361,0	318,0	326,0	257,0	215,0	149,0	149,0	107,0	98,0	45,0	2025
			2	17,8	15,7	16,1	12,7	10,6	7,4	7,4	5,3	4,8	2,2	100
3	6	4,8	1	615,0	647,0	587,0	588,0	425,0	311,0	178,0	136,0	78,0	45,0	3610
			2	17,0	17,9	16,3	16,3	11,8	8,6	4,9	3,8	2,2	1,2	100
4	8	5,9	1	726,0	700,0	718,0	643,0	642,0	469,0	376,0	228,0	95,0	90,0	4687
			2	15,5	15,0	15,3	13,7	13,7	10,0	8,0	4,9	2,0	1,9	100
5	10	6,7	1	732,0	841,0	841,0	634,0	664,0	481,0	390,0	280,0	156,0	68,0	5087
			2	14,4	16,5	16,5	12,5	13,1	9,5	7,6	5,5	3,1	1,3	100
6	12	7,4	1	910,0	892,0	763,0	771,0	616,0	476,0	475,0	268,0	164,0	53,0	5388
			2	16,9	16,6	14,2	14,3	11,4	8,8	8,8	5,0	3,0	1,0	100
7	14	9,4	1	889,0	890,0	811,0	718,0	724,0	576,0	328,0	331,0	81,0	84,0	5432
			2	16,4	16,4	14,9	13,2	13,3	10,6	6,0	6,1	1,5	1,6	100
В среднем, %				17,1	17,30	14,9	13,2	11,9	8,9	7,10	5,2	2,8	1,6	100

³ 1 – масса, г; 2 – доля, %.

4.4. Вертикальная структура фитомассы стволов модельных деревьев клена ясенелистного

72

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	1,94	1	146,0	121,0	82,0	61,0	54,0	46,0	33,0	27,0	21,0	18,0	609
			2	24,0	20,0	13,5	10,0	8,9	7,6	5,4	4,4	3,4	3,0	100
2	4	3,38	1	270,0	224,0	218,0	203,0	167,0	159,0	134,0	105,0	96,0	46,0	1622
			2	16,6	14,0	13,4	12,5	10,3	9,8	8,3	6,5	5,9	2,8	100
3	6	5,2	1	436,0	424,0	362,0	365,0	272,0	223,0	181,0	157,0	111,0	49,0	2580
			2	16,9	16,4	14,0	14,1	10,5	8,6	7,0	6,1	4,3	1,9	100
4	8	6,72	1	537,0	491,0	433,0	422,0	348,0	331,0	225,0	212,0	129,0	54,0	3182
			2	16,9	15,4	13,6	13,3	10,9	10,4	7,1	6,7	4,1	1,7	100
5	10	7,23	1	738,0	692,0	693,0	604,0	566,0	446,0	357,0	202,0	176,0	89,0	4563
			2	16,2	15,2	15,2	13,2	12,4	9,8	7,8	4,4	3,9	2,0	100
6	12	8,29	1	722,0	670,0	611,0	587,0	554,0	433,0	417,0	316,0	171,0	89,0	4570
			2	15,8	14,7	13,4	12,8	12,1	9,5	9,1	6,9	3,7	1,9	100
7	14	9,75	1	868,0	859,0	790,0	627,0	628,0	516,0	391,0	344,0	119,0	94,0	5236
			2	16,6	16,4	15,1	12,0	12,0	9,9	7,5	6,6	2,3	1,8	100
В среднем, %				17,6	16,0	14,0	12,6	11,0	9,4	7,5	5,9	3,9	2,2	100

Приложение 5

5.1. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев боярышника кроваво-красного

73

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	3,36	1 ⁴	0	9,0	0	7,0	7,0	9,0	28,0	22,0	15,0	17,0	114
			2	0	7,9	0	6,1	6,1	7,9	24,6	19,3	13,2	14,9	100
2	4	4,80	1	0	54,0	83,0	109,0	124,0	191,0	362,0	179,0	82,0	71,0	1255
			2	0	4,3	6,6	8,7	9,9	15,2	28,8	14,3	6,5	5,7	100
3	6	5,33	1	0	0	0	48,0	54,0	125,0	298,0	318,0	470,0	422,0	1735
			2	0	0	0	2,8	3,1	7,2	17,2	18,3	27,1	24,3	100
4	8	5,71	1	0	0	64,0	78,0	112,0	167,0	217,0	472,0	521	447,0	2078
			2	0	0	3,1	3,8	5,4	8,0	10,4	22,7	25,1	21,5	100
5	10	5,63	1	0	0	102,0	211,0	263,0	350,0	422,0	421,0	459,0	501,0	2729
			2	0	0	3,7	7,7	9,6	12,8	15,5	15,4	16,8	18,5	100
6	12	7,73	1	0	0	71,0	319,0	470,0	512,0	586,0	687,0	726,0	657,0	4028
			2	0	0	1,8	7,9	11,7	12,7	14,5	17,1	18,0	16,3	100
7	14	7,45	1	0	49,0	151,0	386,0	416,0	522,0	639,0	639,0	745,0	473,0	4020
			2	0	1,2	3,8	9,6	10,3	13,0	15,9	15,9	18,5	11,8	100
В среднем, %				0	1,9	2,7	6,7	8,0	11,0	18,1	17,6	17,9	16,1	100

⁴ 1 – масса, г; 2 – доля, %.

5.2. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев яблони ягодной

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Все- го
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2		1 ⁵	0	0	0	17,0	26,0	30,0	38,0	44,0	39,0	30,0	224
			2	0	0	0	7,6	11,6	13,4	17,0	19,6	17,4	13,4	100
2	4		1	0	0	0	0	98,0	109,0	159,0	157,0	118,0	93,0	734
			2	0	0	0	0	13,3	14,9	21,7	21,4	16,0	12,7	100
3	6		1	0	0	0	0	99,0	226,0	276,0	234,0	167,0	90,0	1092
			2	0	0	0	0	9,1	20,7	25,3	21,4	15,3	8,2	100
4	8		1	0	0	0	136,0	304,0	378,0	380,0	363,0	288,0	142,0	1991
			2	0	0	0	6,8	15,3	19,0	19,1	18,2	14,5	7,1	100
5	10		1	0	0	170,0	322,0	454,0	489,0	460,0	422,0	304,0	102,0	2723
			2	0	0	6,2	11,8	16,7	18,0	16,9	15,5	11,2	3,7	100
6	12		1	0	0	0	343,0	579,0	672,0	682,0	519,0	390,0	216,0	3401
			2	0	0	0	10,0	17,0	19,8	20,0	15,3	11,5	6,4	100
7	14		1	0	0	440,0	754,0	763,0	781,0	779,0	684,0	443,0	224,0	4868
			2	0	0	9,0	15,5	15,7	16,0	16,0	14,1	9,1	4,6	100
В среднем, %				0	0	2,2	7,4	14,1	17,4	19,4	17,9	13,6	8,0	100

74

5

1 – масса, г; 2 – доля, %.

5.3. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев рябины обыкновенной

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	2,1	1 ⁶	0	0	0	0	47,0	53,0	78,0	72,0	37,0	29,0	316
			2	0	0	0	0	14,9	16,7	24,7	22,8	11,7	9,2	100
2	4	2,6	1	0	0	69,0	92,0	119,0	135,0	114,0	104,0	99,0	79,0	811
			2	0	0	8,5	11,3	14,7	16,7	14,1	12,8	12,2	9,7	100
3	6	4,8	1	0	0	118,0	93,0	235,0	356,0	313,0	314,0	236,0	161,0	1826
			2	0	0	6,5	5,1	12,9	19,5	17,1	17,2	12,9	8,8	100
4	8	5,9	1	0	0	334,0	451,0	450,0	602,0	618,0	569,0	324,0	190,0	3538
			2	0	0	9,4	12,7	12,7	17,0	17,5	16,1	9,2	5,4	100
5	10	6,7	1	0	382,0	570,0	613,0	724,0	724,0	600,0	554,0	223,0	167,0	4557
			2	0	8,4	12,4	13,4	15,9	15,9	13,2	12,2	4,9	3,7	100
6	12	7,4	1	0	266,0	670,0	742,0	742,0	719,0	731,0	633,0	483,0	192,0	5178
			2	0	5,1	12,9	14,4	14,4	13,9	14,1	12,2	9,3	3,7	100
7	14	9,4	1	112,0	194,0	518,0	780,0	887,0	852,0	762,0	564,0	422,0	210,0	5301
			2	2,1	3,7	9,8	14,7	16,7	16,1	14,4	10,6	8,0	3,9	100
В среднем, %				0,3	2,5	8,5	10,3	14,6	16,5	16,4	14,9	9,7	6,3	100

5/

⁶ 1 – масса, г; 2 – доля, %.

5.4. Вертикальная структура фитомассы кроны модельных деревьев клена ясенелистного

96

№ модельного дерева	Таксационный диаметр	Высота, м	Показатель	Отрезки										Всего
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	2	1,94	1 ⁷	0	0	27,0	39,0	41,0	54,0	61,0	46,0	37,0	24,0	329
			2	0	0	8,2	11,9	12,5	16,4	18,5	14,0	11,2	7,3	100
2	4	3,38	1	0	0	89,0	112,0	122,0	164,0	157,0	132,0	98,0	63,0	937
			2	0	0	9,5	12,0	13,0	17,5	16,8	14,1	10,5	6,7	100
3	6	5,2	1	0	84	116,0	249,0	348,0	364,0	370,0	244,0	155,0	91,0	2021
			2	0	4,2	5,7	12,3	17,2	18,0	18,3	12,1	7,7	4,5	100
4	8	6,72	1	0	153,0	232,0	337,0	418,0	517,0	504,0	382,0	297,0	156,0	2996
			2	0	5,1	7,7	11,2	14,0	17,3	16,8	12,8	9,9	5,2	100
5	10	7,23	1	0	53,0	334,0	578,0	667,0	736,0	707,0	604,0	587,0	151,0	4417
			2	0	1,2	7,6	13,1	15,1	16,7	16,0	13,7	13,3	3,4	100
6	12	8,29	1	0	218,0	490,0	531,0	709,0	750,0	711,0	544,0	464,0	169,0	4586
			2	0	4,8	10,7	11,6	15,5	16,4	15,5	11,9	10,1	3,7	100
7	14	9,75	1	0	243,0	519,0	747,0	831,0	848,0	764,0	692,0	412,0	218,0	5274
			2	0	4,6	9,8	14,2	15,8	16,1	14,5	13,1	7,8	4,1	100
В среднем, %				0	2,8	8,5	12,3	14,7	16,9	16,6	13,1	10,1	5,0	100

⁷ 1 – масса, г; 2 – доля, %

Учебное издание

*Аткина Людмила Ивановна
Жукова Мария Васильевна*

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ
ФИТОМАССЫ ДЕРЕВЬЕВ ТРЕТЬЕЙ ВЕЛИЧИНЫ
И КРУПНЫХ КУСТАРНИКОВ
В УЛИЧНЫХ ПОСАДКАХ ЕКАТЕРИНБУРГА**

ISBN 978-5-94984-645-2



Редактор Н.В. Рощина
Оператор компьютерной верстки О.А. Казанцева

Подписано к использованию 20.12.2017
Уч.-изд. л. 3,9 Объем 5,85 Мб.
Тираж 500 экз. (Первый завод 50 экз.)
Заказ №

ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»
620100, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37
Тел.: 8(343)262-96-10. Редакционно-издательский отдел

Типография ООО «ИЗДАТЕЛЬСТВО УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР УПИ»
620062, РФ, Свердловская область, Екатеринбург, ул. Гагарина, 35а, оф. 2
Тел.: 8(343)362-91-16