

**Н.А. Цуварёва, Е.И. Иришина, М.Б. Фоминых, И.Р. Кашафеев,
С.В. Бикетова**

ВЛИЯНИЕ ЦЕНОТИЧЕСКОГО ОКРУЖЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ДЕРЕВА В ПАРКОВЫХ СООБЩЕСТВАХ

Введение. Любая растительность в крупных городах испытывает как прямое, так и опосредованное антропогенное воздействие [Неверова, Колмогорова, 2003; Грязькин и др., 2011; Зелёное..., 2013; Петрик и др., 2015; Беляева, Саксонов, 2018; Бойко и др., 2019; Costanza et al., 1997; Chang et al., 2017]. Интенсивность антропогенного воздействия зависит как от численности рекреантов, так и от общей площади парка, сквера, дворовой территории [Грязькин и др., 2003, 2010; Беляева и др., 2013; Зелёное..., 2013; Зубова, 2017; Clark et al., 1997; Costanza et al., 1997].

Парки и сады крупных городов требуют постоянного контроля за состоянием деревьев. В современных условиях такой контроль осуществляется различными способами [Жакова и др., 2020; Мельничук, Цуварёва, 2020; Costanza et al., 1997; Fink, 2009; Alonzo et al., 2014]. Самый доступный и распространённый метод – визуальная диагностика жизненного состояния деревьев [Грязькин и др., 2003; Аносов, 2015; Жакова и др., 2020; Fink, 2009; Blanusa et al., 2019]. Указанный способ позволяет оценить состояние дерева и определить внешние повреждения. При этом определяются поражающие факторы и намечаются необходимые профилактические работы и мероприятия.

Известно также, что визуальная оценка жизнеспособности отдельного дерева не всегда позволяет оценивать его реальное состояние [Грязькин и др., 2003; Аносов, 2015; Цуварёва и др., 2019, 2021; Жакова и др., 2020; Fink, 2009; Blanusa et al., 2019]. Например, S. Fink [2009] считает, что метод визуальной оценки отличается высокой трудоемкостью, требует больших денежных затрат и обладает определенной степенью субъективности.

Скрытые пороки и заболевания нередко находятся внутри ствола и недоступны для выявления визуальным методом. При этом известно, что внутренние пороки, в первую очередь стволовые гнили, влияют на прочность ствола и в целом на устойчивость дерева, его жизнеспособность.

Скрытые повреждения создают определённую опасность для людей и окружающих сооружений. В связи с этим проблема ранней диагностики санитарного состояния древесных растений в парках и садах городов является

высоко актуальной [Майдебура, 2006; Цуварёва и др., 2021; Costanza et al., 1997; Alonzo et al., 2014]. Один из основных путей ее решения – использование современных технологий, приборов и инструментов [Грязькин, Грязькин, 1999; Грязькин и др., 2010, 2012, 2014; Севостьянов, Грязькин, 2016; Цуварёва и др., 2019; Жакова и др., 2020; Мельничук, Цуварёва, 2020; Цуварёва и др., 2021; Costanza et al., 1997; Ardila et al., 2012; Alonzo et al., 2014; Blanus et al., 2019].

Инструментальная диагностика позволяет определить наличие и оценить степень распространения стволовой гнили. Это необходимо для своевременного реагирования и принятия мер по лечению или удалению дерева. Многие авторы указывают на то, что без инструментальной диагностики точно оценить состояние дерева и его функционирование не всегда возможно [Майдебура, 2006; Аносов, 2015; Севостьянов, Грязькин, 2016; Цуварёва и др., 2019, 2021; Мельничук, Цуварёва, 2020; Granier, 1987; Costanza et al., 1997; Burgess et al., 2001; Cheng-Jung et al., 2008; Cumming et al., 2008].

В современных условиях для инструментальной диагностики состояния дерева используются различные технологии и устройства [Тюкавина, 2014, 2015; Цуварёва и др., 2019; Costanza et al., 1997; Burgess et al., 2001; Čermak et al., 2004]. Компанией Rinntech был создан специальный прибор для проведения диагностики – *resistograph* (автор разработки Frank Rinn, Германия). Этот прибор используется для выявления гнили в стволе деревьев. При оценке аварийности деревьев в парках и садах *resistograph* является незаменимым. Стволовая гниль, в первую очередь ядровая, не всегда идентифицируется при визуальном осмотре дерева [Цуварёва и др., 2019; Costanza et al., 1997; Burgess et al., 2001; Čermak et al., 2004]. При наличии гнили дерево может выглядеть абсолютно здоровым, однако при этом прочность стволовой древесины ослаблена и быстро снижается.

Другой современный прибор для оценки внутреннего состояния дерева – арботом (*arbotom*). С помощью этого прибора осуществляется импульсная томография ствола дерева. Принцип действия устройства – измерение скорости прохождения звука в древесине между датчиков, закрепленных вокруг ствола дерева [Мельничук и др., 2012; Тюкавина, 2014, 2015; Латухина и др., 2016; Мельничук, Цуварёва, 2020; Köstner et al., 1998; Cheng-Jung et al., 2008].

Наличие внутренней гнили в стволе дерева можно установить и отбором керны с помощью бурава Пресслера (специализированный дендрохронологический инструмент). По керну осуществляется визуальная и инструментальная оценка качества древесины, выявляется наличие стволовой гнили, и определяется плотность древесины [Аносов, 2015].

Растительность парков и садов, зелёных насаждений любого уровня обеспечивает высокое качество городской среды: она регулирует водный баланс и поглощает шум, пыль, вредные для человека выбросы [Петрик и

др., 2015; Шихова, 2015; Costanza et al., 1997; Andersson et al., 2014; Chang et al., 2017; Andersson-Sköld et al., 2018]. Главная функция зелёных зон – рекреационные экосистемные услуги. Из этого можно сделать вывод, что городская зеленая инфраструктура обеспечивает весь комплекс экосистемных сервисов для жителей города [Шихова, 2015; Costanza et al., 1997; Andersson et al., 2014; Chang et al., 2017; Andersson-Sköld et al., 2018; Blanusa et al., 2019].

D.J. Nowak et al. [2016] считают, что максимальная реализация экосистемных сервисов возможна при рациональном управлении городской зелёной инфраструктурой, в том числе состоянием древесной растительности. По мнению авторов, постоянный контроль за состоянием деревьев способствует улучшению экологической обстановки на городских территориях.

Необходимость контроля за состоянием городских лесов и других объектов зелёной инфраструктуры служит основанием для выделения государством значительных средств для содержания зеленых насаждений и сохранения выполняемых ими важнейших экологических функций [Cumming et al., 2008; Andersson et al., 2014; McPherson et al., 2016; Andersson-Sköld et al., 2018; Sushko et al., 2021]. В то же время городские зеленые насаждения отличаются высокой пространственной неоднородностью и динамичностью, что обусловлено многочисленными естественными и антропогенными воздействиями. Постоянный мониторинг городских зеленых насаждений позволяет оценить динамику их основных характеристик, понять причины ухудшения каких-либо параметров и принять меры по их улучшению, а также предотвратить возможные негативные последствия [Cumming et al., 2008; Sushko et al., 2021].

По мнению L.A. Roman et al. [2018], функционирование современных мегаполисов сопряжено с непрерывной аккумуляцией энергии и вещества. Высокая концентрация энергии и веществ в городах сочетается с необратимыми преобразованиями ландшафтов, что снижает качество городской среды [Севостьянов, Грязькин, 2016; Clark et al. 1997; Andersson et al., 2014; Blanusa et al., 2019]. При этом города остаются основным центром концентрации населения, благодаря более высокому уровню жизни. По данным из разных источников, к 2030 г. более 2/3 населения планеты будет проживать в городах [Angel et al., 2011]. Из этого следует, что роль городских экосистем в обеспечении высокого качества жизни будет возрастать.

Материалы и методика исследования. Для исследования было выбрано пять деревьев – один дуб (*Quercus robur* L.) и четыре липы (*Tilia cordata* Mill.) в дендрарии Ботанического сада Санкт-Петербургского лесотехнического университета. Эти древесные породы представлены практически во

всех парках Санкт-Петербурга. Отобранные модельные экземпляры имеют сопоставимые характеристики по возрасту и высоте.

У всех учётных деревьев измеряли высоту, диаметр ствола, определяли возраст дерева. При визуальной оценке состояния дерева использовали шкалу, рекомендованную Правилами санитарной безопасности в лесах от 09.12.2020 (Прил. №1). В радиусе 6 м вокруг каждого модельного дерева установлен видовой состав и основные характеристики деревьев, подроста, подлеска и живого напочвенного покрова [Грязькин, Бикетова, 2025].

Результаты исследования. Визуальная оценка санитарного состояния дерева – это традиционный способ оценки. В Санкт-Петербурге визуальная оценка деревьев активно используется при составлении дендрологических планов и перечётных ведомостей в соответствии с требованиями Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 17.01.2014 №ПП-770 «О правилах охраны и использования территорий зеленых насаждений общего пользования, территорий зеленых насаждений, выполняющие специальные функции, территорий ограниченного пользования».

Как было указано выше, для выполнения полевых исследований было отобрано 5 модельных деревьев. Все деревья одноствольные и не имеют видимых критических повреждений и заболеваний. В табл. 1 представлены общие сведения по всем деревьям.

Таблица 1

Общие сведения по модельным деревьям

General information about model trees

Номер модели	Название древесной породы	Номер участка – инв. номер дерева	Возраст, лет	Диаметр ствола, см	Высота дерева, м
1	<i>Quercus robur</i> L.	28-16	145	75	23,0
2	<i>Tilia cordata</i> Mill.	28-34	145	97	24,0
3	<i>Tilia cordata</i> Mill.	25-18	115	73	24,0
4	<i>Tilia cordata</i> Mill.	30-91	60	41	22,0
5	<i>Tilia cordata</i> Mill.	36-1	60	44	24,5

Выбранные модельные деревья произрастают в различных ценоотических условиях. На разном удалении от моделей произрастают деревья, подрост и подлесок. Ценоотическое положение каждого модельного дерева представлено на рис. 1–5.

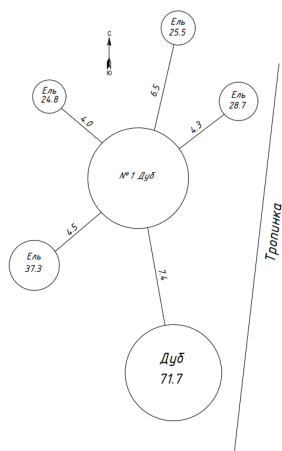


Рис. 1. Ценотическое положение модельного дерева №1

Fig. 1. Cenotic position of model tree №1

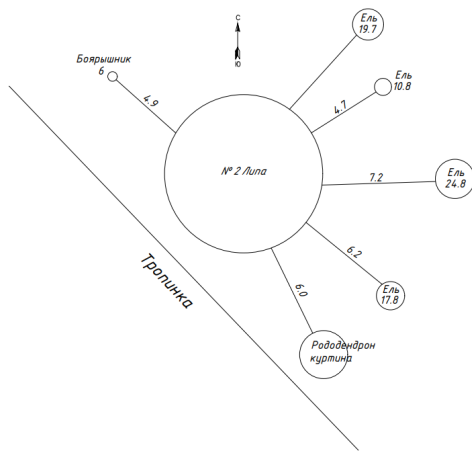


Рис. 2. Ценотическое положение модельного дерева №2

Fig. 2. Cenotic position of model tree №2

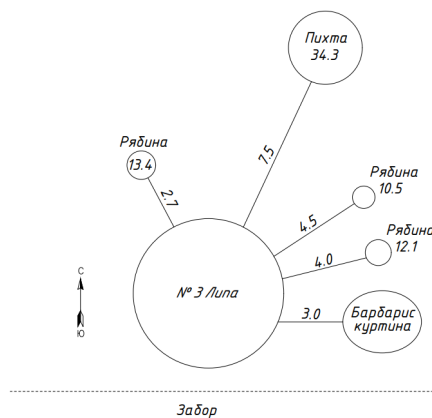


Рис. 3. Ценотическое положение модельного дерева №3

Fig. 3. Cenotic position of model tree №3

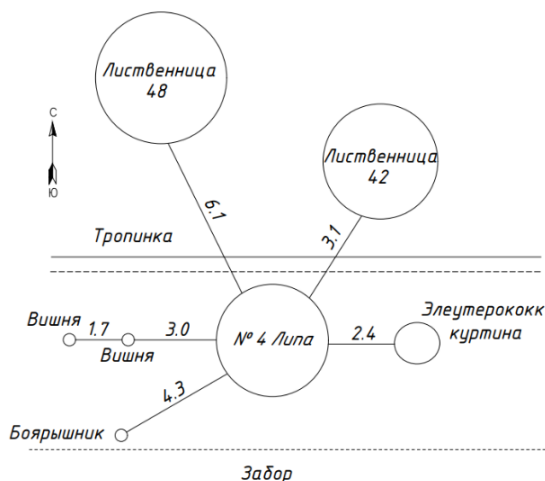


Рис. 4. Ценотическое положение модельного дерева №4

Fig. 4. Cenotic position of model tree №4

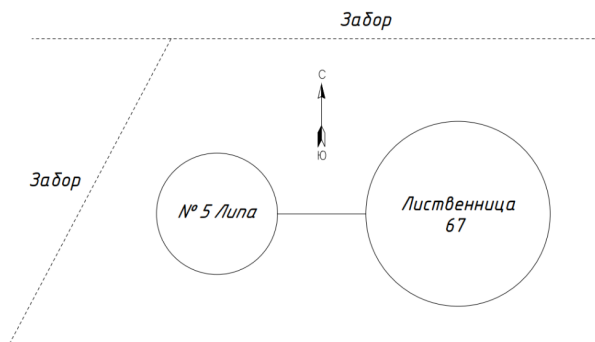


Рис. 5. Ценотическое положение модельного дерева №5

Fig. 5. Cenotic position of model tree №5

Визуальная оценка состояния выбранных модельных деревьев показала, что модельное дерево №5 соответствует первой категории санитарного состояния деревьев (здоровые без признаков ослабления). Категории санитарного состояния установлены в соответствии с Правилами санитарной безопасности в лесах (действуют с 1 января 2021 г.). Модельные деревья №1-3 отнесены ко второй категории (ослабленные). Модельное дерево №4 отнесено к третьей категории санитарного состояния (сильно ослабленное).

На состояние любого дерева в фитоценозе определённое влияние оказывают соседние растения. Степень влияния деревьев, произрастающих в радиусе 7 м от модельных деревьев, оценивали по величине коэффициента влияния (Кв) (табл. 2). Величина указанного коэффициента определялась для каждого дерева делением диаметра ствола на расстояние до модели. Чем больше эта величина, тем сильнее влияние соседнего дерева на модель.

Таблица 2

Влияние деревьев, произрастающих в радиусе 7 м на модель**The effect of trees growing within a radius of 7 m on the model**

Название вида	Расстояние до модели, м	Диаметр ствола, см	Коэффициент влияния
Модель №1			
Дуб черешчатый – <i>Quercus robur</i> L.	7,1	72	10,1
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	4,5	37	8,2
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	4,0	25	6,2
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	6,5	26	4,0
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	4,3	29	6,7
Итого	–	–	35,0
Модель №2			
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	6,6	20	3,0
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	4,7	11	2,3
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	7,0	25	3,6
Ель европейская – <i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	6,2	18	2,9
Боярышник кроваво-красный – <i>Crataegus sanguinea</i> Pall.	4,9	6	1,2
Итого	–	–	13,0
Модель №3			
Пихта сибирская – <i>Abies sibirica</i> Ledeb.	7,2	34	4,7
Рябина глоговина – <i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	2,7	13	4,8
Рябина глоговина – <i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	4,5	11	2,4
Рябина глоговина – <i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	4,0	12	3,0
Итого	–	–	14,9

Окончание табл. 2

Название вида	Расстояние до модели, м	Диаметр ствола, см	Коэффициент влияния
Модель №4			
Лиственница сибирская – <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	6,1	54	8,9
Лиственница сибирская – <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	6,9	36	5,2
Лиственница сибирская – <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	7,0	38	5,4
Лиственница сибирская – <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	6,8	32	4,7
Лиственница сибирская – <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	7,0	40	5,7
Липа мелколистная – <i>Tilia cordata</i> Mill.	3,1	46	14,8
Итого	–	–	45,7
Модель №5			
Лиственница сибирская – <i>Larix sibirica</i> Ledeb.	–	–	21,6

Как видно из данных, представленных в табл. 2, самое сильное воздействие оказывают деревья, окружающие модель №4. Минимальное воздействие от соседних деревьев получают модели №2 и №3. В особых условиях произрастает модель №5. В радиусе 7 м находится всего одно дерево, следовательно оно воздействует на модель №5 минимально – только с одной стороны.

Определённую роль в функционировании растительной экосистемы играет и растительность нижних ярусов – подрост, подлесок и живой напочвенный покров. В составе подроста в радиусе 7 м встречается несколько видов древесных пород. Основные характеристики подроста в окружении модельных деревьев представлены в табл. 3.

Таблица 3

Подрост, приуроченный к модельным деревьям в радиусе 7 м

Young trees adjacent to model trees within a 7 m radius

Характеристика	Номер модельного дерева				
	1	2	3	4	5
Состав, %	58Дуб 34КлёнЯ 8КлёнО	100Липа	75Липа 25КлёнО	60КлёнО 20Липа 20Вяз	100Липа
Численность, экз./га	1240	84	168	840	84
Средняя высота, см	42	42	66	68	77

Примечание. КлёнЯ – клён явор (*Acer pseudoplatanus* L.), КлёнО – клён остролистный (*Acer platanoides* L.)

Подлесок в окружении модельных деревьев произрастает, как правило, куртинами. Основные характеристики подлеска в окружении модельных деревьев представлены в табл. 4.

Таблица 4

Подлесок, приуроченный к модельным деревьям в радиусе 7 м

Undergrowth adjacent to model trees within a 7 m radius

Характеристика	Номер модельного дерева				
	1	2	3	4	5
Состав, %	50Чуб 50Бер	100Бар	60Спир 20Свид 20Бар	100Крыж	100Спир
Численность, экз./га	84	куртина	куртины	куртина	куртина
Средняя высота, см	53	61	162	71	84

Примечание. Чуб – чубушник вечнозеленый, Бер – бересклет бородавчатый, Бар – барбарис обыкновенный, Спир – спирея дубравколистная, Свид – свидина белая, Крыж – крыжовник

Конкуренция за элементы питания проявляется между всеми компонентами фитоценоза, включая живой напочвенный покров. В табл. 5 перечислены виды сосудистых растений, произрастающих в окружении модельных деревьев, и указана величина проективного покрытия.

Таблица 5

Видовой состав живого напочвенного покрова и проективное покрытие под кронами модельных деревьев

Species composition of the living ground cover and projective cover under the crowns of model trees

Название вида	Номер модельного дерева				
	1	2	3	4	5
Астильба ручейная – <i>Astilbe rivularis</i> Buch.-Ham. ex D. Don	–	2	–	–	–
Будра плющевидная – <i>Glechoma hederacea</i> L.	1	2	–	–	–
Ветреница дубравная – <i>Anemonoides nemorosa</i> L. (Holub)	–	–	–	–	20
Вороний глаз – <i>Paris quadrifolia</i> L.	–	–	–	3	–

Окончание табл. 5

Название вида	Номер модельного дерева				
	1	2	3	4	5
Герань лесная – <i>Geranium sylvaticum</i> L.	2	–	–	–	–
Гравилат городской – <i>Geum urbanum</i> L.	2	1	–	–	–
Крапива глухая – <i>Lamium album</i> L.	1	1	–	–	–
Крапива двудомная – <i>Urtica dioica</i> L.	2	1	–	–	–
Купена многоцветковая – <i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All.	1	–	–	–	–
Ландыш – <i>Convallaria majalis</i> L.	4	–	–	–	–
Лук гусиный – <i>Gagea lutea</i> (L.) Ker Gawl.	2	3	–	–	–
Лютик едкий – <i>Ranunculus acris</i> L.	1	1	–	–	–
Одуванчик – <i>Taraxacum</i> F. H. Wigg.	–	1	–	1	–
Печеночница – <i>Hepatica</i> Mill.	1	–	–	–	–
Пырей ползучий – <i>Elytrigia repens</i> (L.) Desv. ex Nevski	–	4	10	–	–
Сныть – <i>Aegopodium podagraria</i> L.	50	2	60	60	70
Сочевичник весенний – <i>Lathyrus vernus</i> (L.) Bernh.	1	–	–	–	–
Хвощ лесной – <i>Equisetum sylvaticum</i> L.	–	1	4	10	3
Хохлатка клубневая – <i>Corydalis bulbosa</i> (L.) DC.	1	2	–	–	–
Чистяк весенний – <i>Ranunculus ficaria</i> L.	1	–	–	1	–
Чистотел большой – <i>Chelidonium majus</i> L.	30	3	–	–	–
Итого живой напочвенный покров	95	23	74	75	93
Итого видов	15	13	3	5	3
Минерализованная часть	10	70	20	30	–

Примечания: проективное покрытие по видам указано в %.. Минерализованная часть – доля поверхности почвы без растительности

Большое разнообразие видов в составе живого напочвенного покрова связано с режимом освещённости. Дуб по сравнению с липой более светолюбивая порода. Крона дуба ажурная и пропускает больше света к нижним ярусам растительности.

Заключение. Совокупность видов, численность растений и их размеры оказывают комплексное влияние на выбранные для исследования модельные деревья. Физиологическое состояние модельных деревьев и категории,

установленные визуальным методом, коррелируют с интенсивностью воздействия окружающих деревьев. Фиксация ценотического окружения модельных деревьев позволяет получать более обоснованную оценку жизненного состояния дерева.

Вклад авторов. Вклад авторов в подготовку представленной рукописи равноценный.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Аносов Е.А. Аварийные деревья зеленых насаждений городов. Методы визуальной и инструментальной диагностики аварийности, оценка состояния насаждений // Ученые заметки ТОГУ. 2015. Т. 6, №4. С. 637-648.

Беляева Ю.В., Саксонов С.С. Влияние автотранспорта на древесные растения города (на примере г. Тольятти, Самарская область) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2018. Т. 28, №1. С. 97-99.

Беляева Н.В., Грязькин А.В., Воскресенская М.П., Ковалев Н.В., Мальхина Е.О., Соколова В.А. Лесорастительные особенности Санкт-Петербурга // Зеленое пространство крупных городов: наука и инновации. СПб., 2013. С. 4-14.

Бойко Т.А., Мальцева А.П., Збруева И.И. Состояние зеленых насаждений общего пользования в условиях Перми // Экология урбанизированных территорий. 2019. №2. С. 85-92.

Грязькин М.А., Грязькин А.В. Эффективность внедрения новых технологий при проведении научных исследований // Полевые эксперименты – для устойчивого землепользования. СПб., 1999. С. 164-166.

Грязькин А.В., Бикетова С.В. Патент № 2852509. Способ комплексного учёта растительности экосистем. Дата регистрации 2025-12-09.

Грязькин А.В., Мельничук И.А., Трубачева Т.А. О состоянии зеленых насаждений на улицах г. Санкт-Петербурга // Проблемы экологии и охраны природы. Пути их решения: мат. Всерос. науч.-практ. конф. Ульяновск, 2003. С. 39-42.

Грязькин А.В., Цимбал Г.С., Трубачева Т.А., Пименов К.А. Оценка устойчивости древесных растений к антропогенному воздействию по биометрическим характеристикам листьев // Проблемы озеленения крупных городов: мат. общегородской конф. М., 2010. С. 187-189.

Грязькин А.В., Петрик В.В., Смертин В.Н. Динамика состояния древостоев в парковых биогеоценозах // ИВУЗ. Лесной журнал. 2011. №6. С. 23-31.

Грязькин А.В., Герасюта С.М., Бернацкий Д.П., Трубачева Т.А., Ковалев Н.В. Изменчивость величины импеданса древесных пород // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2012. Вып. 198. С. 12-19.

Грязькин А.В., Беляева Н.В., Ковалев Н.В., Базаев А.Б., Хетагуров Х.М. Зарубежный опыт в области лесных отношений и оценки значения зеленых насаждений

// Экологические проблемы Арктики и северных территорий. 2014. Вып. 17. С. 9-15.

Жакова С.Н., Пименова Е.В., Лихачев С.В. Экологические методы диагностики жизнеспособности древесных растений: практикум. Пермь: Прокрость, 2020. 54 с.

Зеленое пространство крупных городов: наука и инновации. СПб.: СПбГЛТУ, 2013. 124 с.

Зубова С.С. Состояние и структура уличных насаждений центральной части г. Екатеринбург // Научный журнал КубГАУ. 2017. №134 (10). С. 753-759.

Латухина И.К., Бабич Н.А., Антонов А.М., Пастухова Н.О. Импульсно-томографная диагностика стволов в городских условиях на примере липы мелколистной // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2016. №7. С. 36-40.

Майдебура И.С. Влияние загрязнения воздушного бассейна города Калининграда на анатомо-морфологические и биохимические показатели древесных растений: дис. ... канд. биол. наук. Калининград, 2006. 146 с.

Мельничук И.А., Йассин М.Й.С., Черданцева О.А. Диагностика внутреннего состояния деревьев *Tilia cordata* Mill. с использованием комплекса аппаратуры акустической ультразвуковой томографии «Арботом» // Вестник РУДН. Сер.: Агрономия и животноводство. 2012. №5. С. 25-32.

Мельничук И.А., Цуварёва Н.А. Перспективы применения цифровых технологий для мониторинга зеленых насаждений в Санкт-Петербурге // Цифровые технологии в лесном секторе: мат. Всерос. науч.-техн. конф. СПб., 2020. С. 102-104.

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

Петрик В.В., Грязькин А.В., Смертин В.Н. Динамика структуры и состояния парковых фитоценозов в условиях интенсивной рекреации. Архангельск: ИД САФУ, 2015. 96 с.

Севостьянов В.А., Грязькин А.В. Оценка аэроионной способности древесных растений для создания локальных фитологических ингаляторов // Успехи современного естествознания. 2016. №9. С. 82-86.

Тюкавина О.Н. Скорость прохождения звукового импульса в древесине сосны // Arctic Environmental Research. 2014. №3. С. 32-38.

Тюкавина О.Н. О методах интерпретации результатов акустической томографии древесины сосны // ИВУЗ. Лесной журнал. 2015. №2. С. 78-83.

Цуварёва Н.А., Сушко С.В., Мельничук И.А., Ярославцев А.М. Применение современных технологических средств для оценки и мониторинга состояния зеленых насаждений города (на примере устройства TreeTalker) // Чтения памяти Т.Б. Дубяго: сб. тр. межд. конф. СПб., 2019. С. 116-119.

Цуварёва Н.А., Дык Буй Динь, Мельничук И.А., Селиховкин А.В. Мониторинг состояния насаждений Санкт-Петербурга: современные и традиционные подходы

// Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2021. Вып. 235. С. 6-22. DOI:10.21266/2070-4304.2021.235.6-22.

Шухова Н.С. Комплексная оценка состояния лесов зеленой зоны Владивостока // Лесоведение. 2015. №6. С. 436-446.

Alonzo M., Bookhagen B., Roberts D.A. Urban tree species mapping using hyperspectral and lidar data fusion // Remote Sens. Environ. 2014. Vol. 148. P. 70–83. DOI: 10.1016/j.rse.2014.03.018.

Andersson E., Barthel S., Borgström S., Colding J., Elmqvist T., Folke C., Gren Å. Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services // AMBIO. 2014. Vol. 43. P. 445–453. DOI: 10.1007/s13280-014-0506-y.

Andersson-Sköld Y., Klingberg J., Gunnarsson B., Cullinan K., Gustafsson I., Hedblom M., Knez I., Lindberg F., Sang Å.O., Pleijel H., Thorsson P., Thorsson S. A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services // J. Environ. Manag. 2018. Vol. 205. P. 274–285. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.09.071.

Angel S., Parent J., Civco D.L., Blei A., Potere D. The dimensions of global urban expansion: estimates and projections for all countries, 2000–2050 // Prog. Plann. 2011. Vol. 75, iss. 2. P. 53-107. DOI: 10.1016/j.progress.2011.04.001.

Ardila J.P., Bijker W., Tolpekin V.A., Stein A. Context-sensitive extraction of tree crown objects in urban areas using VHR satellite images // International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 2012. Vol. 15. P. 57–69. DOI: 10.1016/j.jag.2011.06.005.

Blanusa T., Garratt M., Cathcart-James M., Hunt L., Cameron R.W.F. Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe // Urban For. Urban Green. 2019. Vol. 44. Art. no. 126391. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126391.

Burgess S.S., Adams M.A., Turner N.C., Beverly C.R., Ong C.K., Khan A.A., Bleby T.M. An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap ow in woody plants // Tree Physiol. 2001. Vol. 21. P. 589–598. DOI: 10.1093/treephys/21.9.589.

Cermak J., Kucera J., Nadezhdina N. Sap ow measurements with some thermodynamic methods, ow integration with trees and scaling up from sample trees to entire forest stands // Trees. 2004. Vol. 18. P. 529–546. DOI: 10.1007/s00468-004-0339-6.

Chang J., Qu Z., Xu R., Pan K., Xu B., Min Y., Ge Y. Assessing the ecosystem services provided by urban green spaces along urban center-edge gradients // Scientific Reports. 2017. Vol. 7, iss. 1. Art. no. 11226. DOI: 10.1038/s41598-017-11559-5.

Cheng-Jung Lin, Yu-Chien Kao, Ta-Te Lin, Ming-Jer Tsai, Song-Yung Wang, Lang-Dong Lin, Ya-Nan Wang, Ming-Hsun Chan. Application of an ultrasonic tomographic technique for detecting defects in standing trees // International Biodeterioration & Biodegradation. 2008. Vol. 62. P. 434-441. DOI: 10.1016/j.ibiod.2007.09.007.

Clark J.R., Matheny N.P., Cross G., Wade V. A model of urban forest sustainability // Journal of Arboriculture. 1997. Vol. 23, iss. 1. P. 17–30. DOI: 10.48044/jauf.1997.003.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. The value

of the world's ecosystem services and natural capital // *Nature*. 1997. Vol. 387, iss. 15. P. 253–260. DOI: 10.1038/387253a0.

Cumming A.B., Twardus D.B., Nowak D.J. Urban forest health monitoring: Large-scale assessments in the United States // *Arboriculture and Urban Forestry*. 2008. Vol. 34. P. 341–346. DOI: 10.48044/jauf.2008.047.

Fink S. Hazard tree identification by visual tree assessment (VTA): Scientifically solid and practically approved // *Arboricultural Journal*. 2009. Vol. 32, iss. 3. P. 139–155. DOI: 10.1080/03071375.2009.9747570.

Granier A. Evaluation of transpiration in a Douglas stand by means of sap flow measurements // *Tree Physiol.* 1987. Vol. 3, iss. 4. P. 309–319. DOI: 10.1093/treephys/3.4.309.

Köstner B., Granier A., Cermák J. Sap Flow measurements in forest stands: methods and uncertainties // *Annales des sciences forestières*. 1998. Vol. 55, iss. 1–2. P. 13–27. DOI: 10.1051/forest:19980102.

McPherson E.G., van Doorn N., Peper P. Urban Tree Database and Allometric Equations: Gen. Tech. Report. Albany, 2016. 86 p. DOI: 10.2737/PSW-GTR-253.

Nowak D.J., Hoehn R.E., Bodine A.R., Greenfield E.J., O'Neil- Dunne J. Urban forest structure, ecosystem services and change in Syracuse, NY // *Urban Ecosystems*. 2016. Vol. 19, iss. 4. P. 1455–1477. DOI: 10.1007/s11252-013-0326-z.

Roman L.A., Campbell L.K., Jordan R.C. Civic Science in Urban Forestry: An Introduction // *Arboriculture & Urban Forestry*. 2018. Vol. 44 (442). P. 41–48. DOI: 10.48044/jauf.2018.004.

Sushko S., Yaroslavtsev A., Tsuvareva N., Valentini R. Capacity of *Quercus robur* L. and *Tilia cordata* Mill. trees in providing urban ecosystem services in boreal climate // EGU General Assembly. 2021. Art. no. 7125. DOI: 10.5194/egusphere-egu21-7125.

References

Alonzo M., Bookhagen B., Roberts D.A. Urban tree species mapping using hyperspectral and lidar data fusion. *Remote Sens. Environ.*, 2014, vol. 148, pp. 70–83. DOI: 10.1016/j.rse.2014.03.018.

Andersson E., Barthel S., Borgström S., Colding J., Elmqvist T., Folke C., Gren Å. Reconnecting Cities to the Biosphere: Stewardship of Green Infrastructure and Urban Ecosystem Services. *AMBIO*, 2014, vol. 43, pp. 445–453. DOI: 10.1007/s13280-014-0506-y.

Andersson-Sköld Y., Klingberg J., Gunnarsson B., Cullinan K., Gustafsson I., Hedblom M., Knez I., Lindberg F., Sang Å.O., Pleijel H., Thorsson P., Thorsson S. A framework for assessing urban greenery's effects and valuing its ecosystem services. *J. Environ. Manag.*, 2018, vol. 205, pp. 274–285. DOI: 10.1016/j.jenvman.2017.09.071.

Angel S., Parent J., Civco D.L., Blei A., Potere D. The dimensions of global urban expansion: estimates and projections for all countries, 2000–2050. *Prog. Plann.*, 2011, vol. 75, iss. 2, pp. 53–107. DOI: 10.1016/j.progress.2011.04.001.

Anosov E.A. Avariynye derevya zelenykh nasazhdeniy gorodov. Metody vizualnoy i instrumentalnoy diagnostiki avariynosti, otsenka sostoyaniya nasazhdeniy. *Uchenye zametki TOGU*, 2015, vol. 6, no. 4, pp. 637-648. (In Russ.)

Ardila J.P., Bijker W., Tolpekin V.A., Stein A. Context- sensitive extraction of tree crown objects in urban areas using VHR satellite images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 2012, vol. 15, pp. 57–69. DOI: 10.1016/j.jag.2011.06.005.

Belyaeva N.V., Gryazkin A.V., Voskresenskaya M.P., Kovalev N.V., Malyxina E.O., Sokolova V.A. Lesorastitelnye osobennosti Sankt-Peterburga. *Zelenoe prostranstvo krupnykh gorodov: nauka i innovatsii*. St. Petersburg, 2013, pp. 4-14. (In Russ.)

Belyaeva Yu.V., Saksonov S.S. Vliyanie avtotransporta na drevesnye rasteniya goroda (na primere g. Tolyatti, Samarskaya oblast). *Samarskaya Luka: problemy regionalnoy i globalnoy ekologii*, 2018, vol. 28, no. 1, pp. 97-99. (In Russ.)

Blanusa T., Garratt M., Cathcart-James M., Hunt L., Cameron R.W.F. Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe. *Urban For. Urban Green.*, 2019, vol. 44, art. no. 126391. DOI: 10.1016/j.ufug.2019.126391.

Boyko T.A., Maltseva A.P., Zbrueva I.I. Sostoyanie zelenykh nasazhdeniy obshchego polzovaniya v usloviyakh Permi. *Ekologiya urbanizirovannykh territoriy*, 2019, no. 2, pp. 85-92. (In Russ.)

Burgess S.S., Adams M.A., Turner N.C., Beverly C.R., Ong C.K., Khan A.A., Bleby T.M. An improved heat pulse method to measure low and reverse rates of sap ow in woody plants. *Tree Physiol.*, 2001, vol. 21, pp. 589–598. DOI: 10.1093/treephys/21.9.589.

Cermak J., Kucera J., Nadezhkina N. Sap ow measurements with some thermodynamic methods, ow integration with trees and scaling up from sample trees to entire forest stands. *Trees*, 2004, vol. 18, pp. 529–546. DOI: 10.1007/s00468-004-0339-6.

Chang J., Qu Z., Xu R., Pan K., Xu B., Min Y., Ge Y. Assessing the ecosystem services provided by urban green spaces along urban center-edge gradients. *Scientific Reports*, 2017, vol. 7, iss. 1, art. no. 11226. DOI: 10.1038/s41598-017-11559-5.

Cheng-Jung Lin, Yu-Chien Kao, Ta-Te Lin, Ming-Jer Tsai, Song-Yung Wang, Lang-Dong Lin, Ya-Nan Wang, Ming-Hsun Chan. Application of an ultrasonic tomographic technique for detecting defects in standing trees. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 2008, vol. 62, pp. 434-441. DOI: 10.1016/j.ibiod.2007.09.007.

Clark J.R., Matheny N.P., Cross G., Wade V. A model of urban forest sustainability. *Journal of Arboriculture*, 1997, vol. 23, iss. 1, pp. 17–30. DOI: 10.48044/jauf.1997.003.

Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K., Naeem S., O'Neill R.V., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, vol. 387, iss. 15, pp. 253-260. DOI: 10.1038/387253a0.

Cumming A.B., Twardus D.B., Nowak D.J. Urban forest health monitoring: Large-scale assessments in the United States. *Arboriculture and Urban Forestry*, 2008, vol. 34, pp. 341–346. DOI: 10.48044/jauf.2008.047.

Fink S. Hazard tree identification by visual tree assessment (VTA): Scientifically solid and practically approved. *Arboricultural Journal*, 2009, vol. 32, iss. 3, pp. 139–155. DOI: 10.1080/03071375.2009.9747570.

Granier A. Evaluation of transpiration in a Douglas stand by means of sap ow measurements. *Tree Physiol.*, 1987, vol. 3, iss. 4, pp. 309–319. DOI: 10.1093/treephys/3.4.309.

Gryazkin A.V., Biketova S.V. Patent № 2852509. Sposob kompleksnogo uchyota rastitelnosti ekosistem. Registered September 12, 2025. (In Russ.)

Gryazkin M.A., Gryazkin A.V. Effektivnost vnedreniya novykh tekhnologiy pri provedenii nauchnykh issledovaniy. *Polevye eksperimenty – dlya ustoychivogo zemlepolzovaniya*. St. Petersburg, 1999, pp. 164–166. (In Russ.)

Gryazkin A.V., Melnichuk I.A., Trubacheva T.A. O sostoyanii zelenykh nasazhdeniy na ulicakh g. Sankt-Peterburga. *Problemy ekologii i okhrany prirody. Puti ikh resheniya*: mat. of All-Russ. sci.-pract. conf. Ulyanovsk, 2003, pp. 39–42. (In Russ.)

Gryazkin A.V., Tsimbal G.S., Trubacheva T.A., Pimenov K.A. Otsenka ustoychivosti drevesnykh rasteniy k antropogennomu vozdeystviyu po biometricheskim kharakteristikam listyev. *Problemy ozeleneniya krupnykh gorodov*: mat. of citywide conf. Moscow, 2010, pp. 187–189. (In Russ.)

Gryazkin A.V., Petrik V.V., Smertin V.N. Dinamika sostoyaniya drevostoev v parkovykh biogeotsenozakh. *Russian forestry journal*, 2011, no. 6, pp. 23–31. (In Russ.)

Gryazkin A.V., Gerasyuta S.M., Bernatskiy D.P., Trubacheva T.A., Kovalev N.V. Izmenchivost velichiny impedansa drevesnykh porod. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2012, iss. 198, pp. 12–19. (In Russ.)

Gryazkin A.V., Belyaeva N.V., Kovalev N.V., Bazaev A.B., Khetagurov Kh.M. Zarubezhny opyt v oblasti lesnykh otnosheniy i otsenki znacheniya zelenykh nasazhdeniy. *Ekologicheskies problemy Arktiki i severnykh territoriy*, 2014, iss. 17, pp. 9–15. (In Russ.)

Köstner B., Granier A., Cermák J. Sap Flow measurements in forest stands: methods and uncertainties. *Annales des sciences forestières*, 1998, vol. 55, iss. 1–2, pp. 13–27. DOI: 10.1051/forest:19980102.

Latukhina I.K., Babich N.A., Antonov A.M., Pastukhova N.O. Impulsno-tomografnaya diagnostika stvolov v gorodskikh usloviyakh na primere lipy melkolistnoy. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, no. 7, pp. 36–40. (In Russ.)

Maydebura I.S. Vliyanie zagryazneniya vozdušnogo basseyna goroda Kaliningrada na anatomo-morfologicheskie i biokhimicheskie pokazateli drevesnykh rasteniy. Diss. ... Cand. Biol. Sci. Kaliningrad, 2006. 146 p. (In Russ.)

McPherson E.G., van Doorn N., Peper P. Urban Tree Database and Allometric Equations: Gen. Tech. Report. Albany, 2016. 86 p. DOI: 10.2737/PSW-GTR-253.

Melnichuk I.A., Tsuvar'yova N.A. Perspektivy primeneniya tsifrovyykh tekhnologiy dlya monitoringa zelenykh nasazhdeniy v Sankt-Peterburge. *Tsifrovyye tekhnologii v lesnom sektore*: mat. of All-Russ. sci.-tech. conf. St. Petersburg, 2020, pp. 102-104. (In Russ.)

Melnichuk I.A., Yassin M.Y.S., Cherdantseva O.A. Diagnostika vnutrennego sostoyaniya derevyev *Tilia cordata* Mill. s ispolzovaniem kompleksa apparatury akusticheskoy ultrazvukovoy tomografii "Arbotom". *Vestnik RUDN. Ser.: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, 2012, no. 5, pp. 25-32. (In Russ.)

Neverova O.A., Kolmogorova E.Yu. Drevesnye rasteniya i urbanizirovannaya sreda (ekologicheskie i biotekhnologicheskie aspekty). Novosibirsk: Nauka, 2003. 222 p. (In Russ.)

Nowak D.J., Hoehn R.E., Bodine A.R., Greenfield E.J., O'Neil- Dunne J. Urban forest structure, ecosystem services and change in Syracuse, NY. *Urban Ecosystems*, 2016, vol. 19, iss. 4, pp. 1455–1477. DOI: 10.1007/s11252-013-0326-z.

Petrik V.V., Gryazkin A.V., Smertin V.N. Dinamika struktury i sostoyaniya parkovykh fitotsenozov v usloviyakh intensivnoy rekreatsii. Arkhangel'sk: PH SAFU, 2015. 96 p. (In Russ.)

Roman L.A., Campbell L.K., Jordan R.C. Civic Science in Urban Forestry: An Introduction. *Arboriculture & Urban Forestry*, 2018, vol. 44 (442), pp. 41–48. DOI: 10.48044/jauf.2018.004.

Sevostyanov V.A., Gryazkin A.V. Otsenka aeroionnoy sposobnosti drevesnykh rasteniy dlya sozdaniya lokalnykh fitologicheskikh ingalyatoriev. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2016, no. 9, pp. 82-86. (In Russ.)

Shikhova N.S. Kompleksnaya otsenka sostoyaniya lesov zelenoy zony Vladivostoka. *Lesovedenie*. 2015, no. 6, pp. 436-446. (In Russ.)

Sushko S., Yaroslavl'tsev A., Tsuvar'eva N., Valentini R. Capacity of *Quercus robur* L. and *Tilia cordata* Mill. trees in providing urban ecosystem services in boreal climate. *EGU General Assembly*, 2021, art. no. 7125. DOI: 10.5194/egusphere-egu21-7125.

Tsuvar'yova N.A., Sushko S.V., Melnichuk I.A., Yaroslavl'tsev A.M. Primenenie sovremennykh tekhnologicheskikh sredstv dlya otsenki i monitoringa sostoyaniya zelenykh nasazhdeniy goroda (na primere ustroystva TreeTalker). *Chteniya pamyati T.B. Dubyago*: collection of works of int. conf. St. Petersburg, 2019, pp. 116-119. (In Russ.)

Tsuvar'yova N.A., Dyk Buy Din`, Melnichuk I.A., Selikhovkin A.V. Monitoring sostoyaniya nasazhdeniy Sankt-Peterburga: sovremennyye i traditsionnyye podkhody. *Izvestia Sankt-Peterburgskoy Lesotekhnicheskoy Akademii*, 2021, iss. 235, pp. 6-22. (In Russ.)

Tyukavina O.N. Skorost prokhozheniya zvukovogo impulsa v drevesine sosny. *Arctic Environmental Research*, 2014, no. 3, pp. 32-38. (In Russ.)

Tyukavina O.N. O metodakh interpretatsii rezultatov akusticheskoy tomografii drevesiny sosny. *Russian forestry journal*, 2015, no. 2, pp. 78-83. (In Russ.)

Zelenoe prostranstvo krupnykh gorodov: nauka i innovatsii. St. Petersburg: SPbGLTU, 2013. 124 p. (In Russ.)

Zhakova S.N., Pimenova E.V., Likhachev S.V. Ekologicheskie metody diagnostiki zhiznesposobnosti drevesnykh rasteniy: praktikum. Perm: Prokrost, 2020. 54 p. (In Russ.)

Zubova S.S. Sostoyaniye i struktura ulichnykh nasazhdeniy tsentralnoy chasti g. Ekaterinburg. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*, 2017, no. 134 (10), pp. 753-759. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 15.01.2026

Цуварёва Н.А., Иришина Е.И., Фоминых М.Б., Кашафеев И.Р., Бикетова С.В. Влияние ценотического окружения на состояние дерева в парковых сообществах // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2026. Вып. 259. С. 175–194. DOI: 10.21266/2079-4304.2026.259.175-194

Представлены материалы по установлению жизненного состояния дерева с учётом ценотического окружения. Объект исследования – дендропарк Ботанического сада Санкт-Петербургского лесотехнического университета. Для выполнения научных исследований выбрано 5 модельных деревьев – один *Quercus robur* L. и четыре *Tilia cordata* Mill. Эти древесные породы представлены практически во всех парках Санкт-Петербурга. Отобранные модельные экземпляры имеют сопоставимые характеристики по возрасту и по высоте. У всех модельных деревьев измеряли высоту, диаметр ствола, определяли возраст дерева. При визуальной оценке состояния дерева использовали шкалу, рекомендованную Правилами санитарной безопасности в лесах, введёнными в действие с 1 января 2021 года. В радиусе 6 м вокруг каждого модельного дерева установлен видовой состав и основные характеристики деревьев, подроста, подлеска и живого напочвенного покрова. Учётные работы проведены в соответствии с Патентом РФ № 2852509. Установлено, что жизненное состояние дерева коррелирует с ценотическим окружением – с интенсивностью воздействия соседних деревьев.

К л ю ч е в ы е с л о в а : парковые сообщества, модельные деревья, жизненное состояние, подрост, подлесок, живой напочвенный покров.

Tsuwareva N.A., Irishina E.I., Fominykh M.B., Kashafeev I.R., Biketova S.V. Influence of the cenotic environment on the condition of a tree in park communities. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehnikeskoj Akademii*, 2026, iss. 259, pp. 175–194 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2026.259.175-194

The article presents materials on the determination of a tree's vital state, taking into account the composition of the phytocenosis. The study object is the dendropark of the Botanical Garden of the St. Petersburg Forestry University. Five model trees were selected for scientific research – one *Quercus robur* L. and four *Tilia cordata* Mill. These tree species are present in almost all parks in St. Petersburg. The selected model specimens have comparable characteristics in terms of age and height. The height, trunk diameter, and age of the trees were measured. When visually assessing the condition of a tree, a scale was used that was recommended by the Rules for sanitary safety in forests,

which were put into effect on January 1, 2021. Within a 6-meter radius around each model tree, the species composition and main characteristics of trees, undergrowth, understory, and living ground cover were determined. The survey was conducted in accordance with Russian Patent № 2852509. It has been established that the vital state of a tree correlates with the composition of the phytocenosis, and it depends on intensity of influence from neighboring trees.

Keywords: park communities, model trees, vital state, undergrowth, understory, living ground cover.

ЦУВАРЁВА Нина Александровна – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. Researcher ID: AAG-1681-2020. ORCID: 0000-0001-8257-5956.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: miss-spb09@mail.ru

TSUVAREVA Nina A. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University. Researcher ID: AAG-1681-2020. ORCID: 0000-0001-8257-5956.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: miss-spb09@mail.ru

ИРИШИНА Евгения Игоревна – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. AuthorID: 1225653. SPIN-код: 7996-1847.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: evgenia.irischina@yandex.ru

IRISCHINA Evgeniya I. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University. AuthorID: 1225653. SPIN-code: 7996-1847.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia. E-mail: evgenia.irischina@yandex.ru

ФОМИНЫХ Мария Борисовна – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. SPIN-код: 8916-7189. Author ID: 966811. ORCID: 0009-0006-6760-9509.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия.

FOMINYKH Maria B. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University. SPIN-code: 8916-7189. Author ID: 966811. ORCID: 0009-0006-6760-9509.

194021. Institute per. 5. St. Petersburg. Russia.

КАШАФЕЕВ Ильнур Рафаэлевич – аспирант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: lesnik.ilnur@mail.ru

KASHAFEEV Ilnur R. – PhD student, St.Petersburg State Forest Technical University.

194021, Institute per. 5. St. Petersburg, Russia. E-mail: lesnik.ilnur@mail.ru

БИКЕТОВА Софья Викторовна – магистрант Санкт-Петербургского государственного лесотехнического университета имени С.М. Кирова. ORCID: 0009-0003-9001-6646. SPIN-код: 2140-2303. AuthorID: 1221628.

194021, Институтский пер., д. 5, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: sonja.biketova@gmail.com

BIKETOVA Sofya V. – master's student, St.Petersburg State Forest Technical University. ORCID: 0009-0003-9001-6646. SPIN-code: 2140-2303. AuthorID: 1221628.

194021, Institute per. 5. St. Petersburg, Russia. E-mail: sonja.biketova@gmail.com