

Краткое сообщение

УДК 630*181.22

DOI: 10.37482/0536-1036-2026-2-203-210

Биогруппы дуба черешчатого как фактор повышения устойчивости дубрав на урбанизированных территориях

В.В. Гревцова¹, *мл. науч. сотр.*; ResearcherID: [PJC-1465-2026](https://orcid.org/0000-0003-1463-9123),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1463-9123>

О.С. Залывская², *д-р с.-х. наук, доц.*; ResearcherID: [AAU-4901-2020](https://orcid.org/0000-0002-7520-6295),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-6295>

¹Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, ул. Ботаническая, д. 4, с. 1, Москва, Россия, 127106; vera3128@mail.ru[✉]

²Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, д. 17, г. Архангельск, Россия, 163002; o.zalyskaya@narfu.ru

Поступила в редакцию 27.03.25 / Одобрена после рецензирования 15.06.25 / Принята к печати 16.06.25


Аннотация. Сохранение дубрав в условиях антропогенной нагрузки в урбанизированной среде является актуальной задачей. Целью исследования была комплексная оценка влияния группового и одиночного способов произрастания дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) на устойчивость деревьев в условиях городской дубравы. Исследование проводили в зеленушково-разнотравной дубраве Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва). На временной пробной площади было отобрано 60 деревьев в возрасте 110–140 лет. Их разделили на 2 равные выборки: одиночно растущие и деревья в естественных биогруппах. Для оценки структурной целостности древесины применен метод резистографии с последующим статистическим анализом данных. Установлено, что деревья в биогруппах характеризуются достоверно большей стабильностью роста. При близких средних диаметрах у одиночных деревьев и деревьев в биогруппах коэффициент вариации диаметра и его дисперсия были существенно выше у одиночных экземпляров. Деревья в биогруппах оказались в среднем на 1 м выше при меньшей вариабельности показателя. Анализ данных резистограмм выявил значительно бóльшую однородность здоровой заболонной древесины у деревьев в биогруппах. Фитосанитарная оценка показала достоверно превосходящую долю здоровой древесины и меньшее количество скрытых дефектов (очагов пониженного сопротивления) в биогруппах. Полученные результаты обосновывают целесообразность использования группового способа размещения деревьев дуба для повышения устойчивости, долговечности и фитосанитарного состояния дубрав, особенно на урбанизированных и рекреационно-нагруженных территориях.

Ключевые слова: *Quercus robur* L., дуб черешчатый, биогруппы дуба черешчатого, городские дубравы, городские леса, устойчивость насаждений, резистография, групповое произрастание, внутривидовое партнерство, Главный ботанический сад

Благодарности: Работа выполнена в рамках госзадания ГБС РАН по теме № 122042700002-6 «Биологическое разнообразие природной и культурной флоры: фундаментальные и прикладные вопросы изучения и сохранения».

Для цитирования: Гревцова В.В., Залывская О.С. Биогруппы дуба черешчатого как фактор повышения устойчивости дубрав на урбанизированных территориях // Изв. вузов. Лесн. журн. 2026. № 2. С. 203–210. <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-2-203-210>

© Гревцова В.В., Залывская О.С., 2026

 Статья опубликована в открытом доступе и распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

Brief report

English Oak Biogroups as a Factor for Enhancing the Sustainability of Oak Forests in Urban Areas

Vera V. Grevtsova¹✉, Junior Research Fellow; ResearcherID: [PJC-1465-2026](https://orcid.org/0000-0003-1463-9123),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1463-9123>

Olga S. Zalyvskaya², Doctor of Agriculture, Assoc. Prof.; ResearcherID: [AAV-4901-2020](https://orcid.org/0000-0002-7520-6295),
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7520-6295>

¹N.V. Tsitsin Main Botanical Garden, Russian Academy of Sciences, ul. Botanicheskaya, 4, bld. 1, Moscow, Russian Federation, 127106; vera3128@mail.ru✉

²Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Naberezhnaya Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, Russian Federation, 163002; o.zalyvskaya@narfu.ru

Received on March 27, 2025 / Approved after reviewing on June 15, 2025 / Accepted on June 16, 2025

Abstract. This study assesses the influence of group (biogroup) versus solitary growth modes on the stability of English oak (*Quercus robur* L.) trees in an urban oak forest. The research was conducted in a Luzulo pilosae-Herbal oak forest at the N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the RAS (Moscow) on 60 trees aged 110–140 years. The sample was divided into two equal groups: solitary trees and trees in natural biogroups with interlocking crowns. The resistography method (Resistograph R650-EA) was applied to evaluate wood structural integrity and detect hidden defects. It was established that trees within biogroups are characterized by significantly higher growth stability. While mean diameters were similar for both groups, the coefficient of variation and variance of diameter were substantially higher for solitary specimens. Biogroup trees were on average 1 m taller with lower height variability. Analysis of resistograph data revealed significantly higher homogeneity of healthy sapwood in biogroups. Phytosanitary assessment demonstrated a significantly higher proportion of sound wood and a lower number of hidden defects (zones of reduced drilling resistance) in biogroup specimens compared to solitary ones. The results substantiate the effectiveness of utilizing the group planting approach as a silvicultural technique for enhancing the stability, longevity, and phytosanitary condition of oak stands in urban and recreationally stressed areas.

Keywords: *Quercus robur* L., English oak, biogroups, urban oak forests, urban forests, stand sustainability, resistography, group growth, intraspecific partnership, Main Botanical Garden

Acknowledgments: This work was supported by the state assignment of the Main Botanical Garden, RAS, topic No. 122042700002-6 "Biological Diversity of Natural and Cultivated Flora: Fundamental and Applied Aspects of Study and Conservation".

For citation: Grevtsova V.V., Zalyvskaya O.S. English Oak Biogroups as a Factor for Enhancing the Sustainability of Oak Forests in Urban Areas. *Lesnoy Zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2026, no. 2, pp. 203–210. (In Russ.). <https://doi.org/10.37482/0536-1036-2026-2-203-210>

Введение

За последние 3 десятилетия площади дубрав в европейской части России сократились в 2 раза, а оставшиеся насаждения демонстрируют признаки деградации [2, 5, 10]. Сохранение и повышение устойчивости дубрав, в т. ч. на урбанизированных территориях, представляет собой актуальную задачу для со-

временного лесного и лесопаркового хозяйства [8, 10, 14, 20]. Особенно остро эта проблема проявляется в черте г. Москвы, где дубравы, являющиеся особо охраняемыми природными территориями, также подвергаются интенсивному антропогенному воздействию [6].

В современном лесоводстве традиционная модель, основанная на представлении о конкуренции между деревьями, постепенно уступает место новой концепции, признающей кооперацию и внутривидовое партнерство как ключевые факторы формирования устойчивых фитоценозов [12, 13]. Эта трансформация обусловлена открытием закона неравномерного размещения деревьев. Согласно этому закону, во взрослых насаждениях деревья формируют агрегированную структуру независимо от изначального способа размещения или проведенных рубок [11, 12].

Исследования, выполненные в среднетаежных ельниках Верховьев Печоры, выявили четкую организацию подроста в биогруппы на расстоянии до 1,0 м, тогда как взрослые деревья размещаются случайно [7]. Такая пространственная организация отражает естественный ход лесовосстановления и подтверждает, что групповой способ размещения является эволюционно выработанной стратегией заселения территории [17]. Групповое произрастание следует рассматривать как эволюционно закрепленное свойство лесных сообществ. В условиях биогрупп создается благоприятная микросреда, способствующая реализации внутривидового партнерства. Это проявляется в срастании корневых систем, обмене питательными веществами и синхронизации физиологических процессов у соседних особей [4, 12, 15]. Однако при слишком высокой плотности размещения растений преимущества группового роста нивелируются из-за конкуренции за свет, питание и пространство.

Особую актуальность групповой подход приобретает в условиях урбанизированных территорий, поскольку рекреационные нагрузки являются наиболее сильным фактором, нарушающим организационную структуру и устойчивость лесных фитоценозов.

Несмотря на накопленные теоретические и практические данные по биогруппам в естественных лесах, остается недостаточно исследованной роль такого способа размещения деревьев в условиях урбанизированных территорий. Отсутствуют количественные оценки влияния способа произрастания (одиночного или группового) на структурную целостность древесины и фитосанитарное состояние стволов дуба черешчатого в городских условиях. Метод резистографии, широко применяемый для оценки скрытых дефектов древесины в урбанизированной среде [1, 19, 21–23], ранее не использовался для сравнительного анализа одиночно растущих деревьев и деревьев в биогруппах.

Целью настоящего исследования было оценить влияние группового способа произрастания на устойчивость дуба черешчатого в условиях урбанизированной среды на основе комплексного анализа таксационных показателей и структурных характеристик древесины.

Объекты и методы исследования

Объектом исследования выступила зеленчуково-разнотравная дубрава Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН (ГБС РАН, г. Москва). На наиболее типичном по почвенным условиям, рельефу и составу древостоя

участке была заложена временная пробная площадь размером 100×100 м. Рельеф характеризуется слабым уклоном (0,5 %) в направлении северо-запад–юго-восток. В пределах пробной площади выделили 60 деревьев дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в возрасте 110–140 лет. Эти деревья были разделены на 2 выборки по 30 экземпляров: одиночно растущие деревья и деревья в естественных биогруппах (деревья с соприкасающимися или пересекающимися кронами). Среднее расстояние между деревьями дуба в биогруппах составляет 7–10 м, диаметр крон – 6–12 м. Диаметр крон одиночно расположенных деревьев – 14–16 м. Такое разделение позволило провести сравнительный анализ влияния способа произрастания на устойчивость насаждений в условиях городской дубравы ГБС РАН.

Таксационные показатели – диаметр на высоте 1,3 м и высоту – измеряли стандартными лесоустроительными методами. Для оценки структурной целостности древесины применяли метод резистографии с использованием прибора Resistograph R650-ЕА. Сверление проводили на высоте груди в направлении юг–север на глубину 10 см. Анализ однородности здоровой заболонной древесины выполняли по профилю сопротивления сверлению в диапазоне 4–10 см, исключая зону коры. С каждого дерева получали по 500 показаний сопротивления. Для выявления стволовых гнилей проводили расшифровку полного профиля сверления от коры до центра ствола с использованием программы DECOM.

Статистическую обработку данных осуществляли в пакете PAST 4.17 [18]. Для оценки различий между группами применяли непараметрические критерии Манна–Уитни и Бруннера–Мюнцеля. Многомерный анализ проводили методом главных компонент (РСА). Кластеризацию – методом Уорда с евклидовой метрикой расстояний. Статистическую надежность дендрограммы оценивали бутстреп-анализом (1000 реплик), достоверными считали узлы с поддержкой выше 50 % [16].

Результаты исследования и их обсуждение

Сравнительный анализ таксационных показателей выявил принципиальные различия в стабильности роста дуба черешчатого в зависимости от способа произрастания. Средние диаметры на высоте 1,3 м были близкими у одиночных деревьев и деревьев в биогруппах – $56,7 \pm 1,8$ и $55,9 \pm 1,3$ см соответственно. Ключевое отличие проявилось в вариабельности признака. Коэффициент вариации диаметра составил 17,6 % у одиночных деревьев и 12,8 % у деревьев в биогруппах. Дисперсия различалась почти в 2 раза (99,2 и 51,1 соответственно). Диапазон значений у одиночных экземпляров был шире (38,0–76,0 см), что свидетельствует о наличии угнетенных и аномально развитых деревьев. По высоте несходство оказалось более выраженным. Деревья в биогруппах превосходили одиночные на 1,0 м ($22,2 \pm 0,2$ и $21,2 \pm 0,5$ м соответственно) при значительно меньшей вариабельности (коэффициент вариации 5,6 и 12,0 %). Минимальная высота в биогруппах составила 20 м. Среди одиночных деревьев встречались слаборазвитые экземпляры высотой 17 м.

Анализ структурной целостности древесины методом резистографии подтвердил преимущества группового произрастания. Оценка однородности здоровой заболонной древесины в диапазоне 4–10 см от поверхности коры вы-

явила достоверно меньший коэффициент вариации сопротивления сверлению у деревьев в био группах (5,6), чем у одиночных (12,0). Результаты применения метода главных компонент и кластерного анализа методом Уорда с бутстреп-поддержкой (1000 реплик) показали формирование компактного кластера у деревьев в био группах, что отражает высокую однородность внутренней структуры ствола. Напротив, одиночные деревья демонстрировали разбросанные позиции в пространстве признака, указывающие на нестабильность условий роста.

Фитосанитарная оценка стволов выявила достоверно лучшее состояние древесины в био группах. Доля здоровой древесины была выше (критерий Манна–Уитни: $U = 288,5$; $p = 0,017$), а количество очагов пониженного сопротивления сверлению меньше (критерий Бруннера–Мюнцеля: $p = 0,040$).

Данные других исследований подтверждают устойчивость и долговечность био групп как структурной единицы лесного фитоценоза. Так, в 180-летнем сосновом древостое Кировского района г. Перми до 40 % деревьев продолжают расти именно в био группах. При этом их диаметры статистически не отличаются от средних по древостою, а между показателями соседних деревьев наблюдается положительная корреляция ($r = 0,47-0,58$), что свидетельствует о партнерском типе взаимодействия, а не о конкуренции [11]. Эти наблюдения опровергают устоявшийся тезис о неизбежном угнетении при плотном размещении [12]. При восстановлении дубрав на основе естественного возобновления в Среднем Поволжье при осветлении лучший рост дуба черешчатого наблюдался именно в био группах [9]. Аналогичные результаты получены при восстановлении кедровых лесов Дальнего Востока методом реконструктивно-семенных посадок мелкоконтурными участками (био группами), что обеспечило сохранность более 80 % саженцев и высокий прирост без последующего ухода [3].

Полученные нами результаты показывают, что био группы не только обеспечивают внешнюю однородность древостоя городской дубравы ГБС РАН по таксационным показателям, но и формируют более стабильную внутреннюю структуру древесины дуба – одного из индикаторов долгосрочной устойчивости насаждений.

Выводы

1. Групповой способ произрастания дуба черешчатого в естественных био группах в условиях городской дубравы ГБС РАН обеспечивает достоверно более высокую стабильность роста по сравнению с одиночным размещением.

2. Средние диаметры на высоте 1,3 м практически идентичны у одиночных деревьев и деревьев в био группах, однако коэффициент вариации у расположенных отдельно экземпляров выше, а дисперсия почти в 2 раза больше, что свидетельствует о неоднородности условий произрастания одиночных деревьев.

3. Анализ однородности здоровой заболонной древесины методом резистографии выявил достоверно меньший коэффициент вариации сопротивления сверлению у деревьев в био группах, что также отражает стабильность условий роста. Результаты, полученные с применением метода главных компонент и кластерного анализа методом Уорда с бутстреп-поддержкой (1000 реплик) подтвердили формирование компактного кластера у деревьев в био группах,

свидетельствующего о высокой однородности внутренней структуры ствола, в отличие от разбросанных позиций одиночных деревьев.

4. Фитосанитарная оценка стволов показала достоверно более высокую долю здоровой древесины в биогруппах и меньшее количество очагов пониженного сопротивления сверлению, что указывает на меньшее количество скрытых дефектов.

5. Восстановление дубрав созданием биогрупп может быть эффективным лесоводственным приемом повышения устойчивости насаждений на урбанизированных территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Волкодаева М.В. О методах контроля состояния зеленых насаждений урбанизированных территорий // Системы контроля окружающей среды. 2023. № 4(54). С. 65–70.

Volkodaeva M.V. On Methods for Monitoring the Condition of Urban Green Spaces. *Sistemy kontrolya okruzhayushchei sredy* = Environmental Monitoring Systems, 2023, no. 4(54), pp. 65–70. (In Russ.). <https://doi.org/10.33075/2220-5861-2023-4-65-70>

2. Деградация дубрав Центрального Черноземья: моногр. / под общ. ред. Н.А. Харченко. Воронеж: Воронежск. гос. лесотехн. акад., 2010. 604 с.

Degradation of Oak Forests in the Central Chernozem Region: A Monograph. Ed. by N.A. Kharchenko. Voronezh, Voronezh State University of Forestry and Technologies Publ., 2010. 604 p. (In Russ.).

3. Ковалев А.П., Шешуков М.А., Позднякова В.В. Метод восстановления кедровых лесов на Дальнем Востоке // Изв. вузов. Лесн. журн. 2018. № 3. С. 77–83.

Kovalev A.P., Sheshukov M.A., Pozdnyakova V.V. A Method for Restoring Cedar Forests in the Far East. *Lesnoy zhurnal* = Russian Forestry Journal, 2018, no. 3, pp. 77–83. (In Russ.).

4. Колтунова А.И. О формировании горизонтальной структуры и срастании корневых систем в древостоях сосны // Эко-потенциал. 2013. № 3–4(3–4). С. 136–142.

Koltunova A.I. On the Formation of Horizontal Structure and Root Grafting in Pine Stands. *Eko-potentsial* = Eco-Potential, 2013, no. 3–4(3–4), pp. 136–142. (In Russ.).

5. Конашова С.И. Состояние и рост дубрав в Восточно-Европейской части России // Лесн. вестн. / Forestry bulletin. 2007. № 6. С. 43–46.

Konashova S.I. Condition and Growth of Oak Forests in the East European Part of Russia. *Lesnoi vestnik* = Forestry bulletin, 2007, no. 6, pp. 43–46. (In Russ.).

6. Манджи О., Ярославцев А.М., Васнев И.И. Оценка антропогенного воздействия на лесные экосистемы города Москвы // Journal of Agriculture and Environment. 2023. Т. 6, № 34. Режим доступа: <https://jae.cifra.science/en/archive/6-34-2023-june/10.23649/JAE.2023.34.2> (дата обращения: 25.02.26).

Mandzhi O., Yaroslavtsev A.M., Vasenev I.I. Assessment of Anthropogenic Impact on Forest Ecosystems of Moscow City. *Journal of Agriculture and Environment*, 2023, vol. 6, no. 34. (In Russ.). <https://doi.org/10.23649/JAE.2023.34.2>

7. Манов А.В., Кутявин И.Н. Пространственные взаимосвязи в размещении древесных растений в среднетаежных коренных ельниках верховьев реки Печоры // Сиб. лесн. журн. 2021. № 2. С. 82–95.

Manov A.V., Kutyavin I.N. Spatial Interrelationships in the Distribution of Woody Plants in Primary Middle-Taiga Spruce Forests of the Upper Pechora River. *Sibirskii lesnoi zhurnal* = Siberian Journal of Forest Science, 2021, no. 2, pp. 82–95. (In Russ.). <https://doi.org/10.15372/SJFS20210208>

8. Научные основы устойчивого управления лесами: материалы IV Всерос. науч. конф. с Междунар. участием. М.: ЦЭПЛ РАН, 2020. 252 с.

Scientific Foundations for Sustainable Forest Management: Proceedings of the 4th All-Russian Scientific Conference with International Participation. Moscow, TsePL RAN Publ., 2020. 252 p. (In Russ.).

9. Петров В.А., Ильин Ф.С., Кузнецова Н.Ф. Восстановление дубрав на основе естественного возобновления дуба в Среднем Поволжье // Лесохоз. информ. 2022. № 1. С. 35–49.

Petrov V.A., Il'in F.S., Kuznetsova N.F. Restoration of Oak Forests Based on Natural Regeneration of Oak in the Middle Volga Region. *Lesokhozyaistvennaya informatsiya* = Forestry Information, 2022, no. 1, pp. 35–49. (In Russ.).

10. Пуряев А.С., Зарипов И.Н., Петров В.А. Дубравы Среднего Поволжья: состояние, воспроизводство и сохранение // Лесохоз. информ. 2019. № 3. С. 190–198.

Puryaev A.S., Zaripov I.N., Petrov V.A. Oak Forests of the Middle Volga Region: Condition, Reproduction, and Conservation. *Lesokhozyaistvennaya informatsiya* = Forestry Information, 2019, no. 3, pp. 190–198. (In Russ.).

<https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2019.3.16>

11. Рогозин М.В. Био группы в старых насаждениях сосны // Вестн. Пермск. ун-та. Сер.: Биология. 2018. № 2. С. 150–158.

Rogozin M.V. Biogroups in Old Pine Plantations. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya* = Perm University Herald. Biology, 2018, no. 2, pp. 150–158. (In Russ.).

<https://doi.org/10.17072/1994-9960-2018-2-150-158>

12. Рогозин М.В. Структура древостоев: конкуренция или партнерство? Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2019. 223 с.

Rogozin M.V. Forest Stand Structure: Competition or Partnership? Perm, Perm State National Research University Publ., 2019. 223 p. (In Russ.).

13. Рогозин М.В. Пространственный анализ конкуренции и сотрудничества деревьев в культурах сосны // Вестн. Пермск. ун-та. Сер.: Биология. 2021. № 4. С. 235–248.

Rogozin M.V. Spatial Analysis of Competition and Cooperation Among Trees in Pine Plantations. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya* = Perm University Herald. Biology, 2021, no. 4, pp. 235–248. (In Russ.). <https://doi.org/10.17072/1994-9952-2021-4-235-248>

14. Савченкова В.А., Гревцова В.В., Касьянова У.Ю., Цабаева К.А. Современное состояние дубравы Главного ботанического сада и повышение устойчивости дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) // Лесохоз. информ. 2019. № 2. С. 69–79.

Savchenkova V.A., Grevtsova V.V., Kas'yanova U.Yu., Tsabaeva K.A. Current State of the Main Botanical Garden Oak Forest and Enhancement of English Oak (*Quercus robur* L.) Sustainability. *Lesokhozyaistvennaya informatsiya* = Forestry Information, 2019, no. 2, pp. 69–79. (In Russ.).

15. Усольцев В.А. Срастание корневых систем деревьев: экология, биология, моделирование // Сиб. лесн. журн. 2025. № 2. С. 20–46.

Usol'tsev V.A. Grafting of Tree Root Systems: Ecology, Biology, Modelling. *Sibirskii lesnoi zhurnal* = Siberian Journal of Forest Science, 2025, no. 2, pp. 20–46. (In Russ.).

16. Шитиков В.К. Использование рандомизации и бутстрепа при обработке результатов экологических наблюдений // Принципы экологии. 2012. № 1. С. 4–24.

Shitikov V.K. The Use of Randomization and Bootstrapping in Processing Ecological Observation Results. *Printsipy ekologii* = Principles of Ecology, 2012, no. 1, pp. 4–24. (In Russ.). <https://doi.org/10.15393/j1.art.2012.481>

17. Gu L., O'Hara K.L., Li W.Z., Gong Z.W. Spatial Patterns and Interspecific Associations Among Trees at Different Stand Development Stages in the Natural Secondary Forests on the Loess Plateau, China. *Ecology and Evolution*, 2019, no. 9(11), pp. 6410–6421. <https://doi.org/10.1002/ece3.5216>

18. Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 2001, vol. 4, no. 1, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.01.006>

19. Johnstone D., Moore G., Tausz M., Nicolas M. The Measurement of Wood Decay in Landscape Trees. *Arboriculture & Urban Forestry (AUF)*, 2010, no. 36(3), pp. 121–127. <https://doi.org/10.48044/jauf.2010.016>

20. Mölder A., Meyer P., Ralf-Volker N. Integrative Management to Sustain Biodiversity and Ecological Continuity in Central European Temperate Oak (*Quercus robur*, *Q. petraea*) Forests: An Overview. *Forest Ecology and Management*, 2019, vol. 437, pp. 324–339.

21. Rinn F. Basics of Micro-Resistance Drilling for Timber Inspection. *Holztechnologie*, 2012, no. 3, pp. 24–29.

22. Rinn F. Practical Application of Micro-Resistance Drilling for Timber Inspection. *Holztechnologie*, 2013, no. 4, pp. 32–38.

23. Rinn F., Schweingruber F. Resistograph and X-Ray Density Charts of Wood. Comparative Evaluation of Drill Resistance Profiles and X-ray Density Charts of Different Wood Species. *Holzforschung*, 1996, vol. 50, iss. 4, pp. 303–311. <https://doi.org/10.1515/HFSG.1996.50.4.303>

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interests