

УДК 630*221.02

А. В. Хвасько, Ю. А. Ларинина, Г. А. Волченкова, В. Г. Корзон
Белорусский государственный технологический университет

НЕКОТОРЫЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ПОРАЖЕННОЙ ГНИЛЯМИ

В исследовании рассматривались вопросы оценки скорости деградации древесины дуба, пораженной гнилями, и влияния их на физико-механические свойства заготавливаемых круглых лесоматериалов. В статье приведены результаты изменения физико-механических свойств древесины дуба, поврежденной желтовато-белой полосатой (ложный дубовый трутовик – *Phellinus robustus* Karst.) и красно-бурой призматической (серно-желтый трутовик – *Laetiporus sulphureus* Bond.) ядровыми гнилями. Отмечено, что стволовые гнили дуба, вызываемые ложным дубовым и серно-желтым трутовиками, значительно ухудшают как количественные, так и качественные свойства древесины дуба только при развитии на дереве в течение нескольких лет до момента перехода деревьев в категорию старого сухостоя.

Выявлено, что плотность древесины свежего и старого сухостоя по сравнению с древесиной без признаков ослабления снижается на 3,2 и 6,6% соответственно, предел прочности при сжатии вдоль волокон – на 10,3 и 15,0%, предел прочности при сжатии поперек волокон – на 12,1 и 15,5%, предел прочности при статическом изгибе – на 9,8 и 10,5%, твердость – на 8,8 и 9,9%, ударная вязкость – на 9,3 и 10,4% соответственно. Статистическая оценка результатов исследований показала, что установленные различия между показателями древесины разных категорий состояния достоверно значимы.

Ключевые слова: дуб, стволовые гнили, категории состояния, плотность древесины, механические свойства.

Для цитирования: Хвасько А. В., Ларинина Ю. А., Волченкова Г. А., Корзон В. Г. Некоторые физико-механические свойства древесины дуба, пораженной гнилями // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2024. № 1 (276). С. 99–104. DOI: 10.52065/2519-402X-2024-276-13.

A. V. Khvasko, Yu. A. Larinina, G. A. Volchenkova, V. G. Korzon
Belarusian State Technological University

SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF OAK WOOD AFFECTED BY ROT

The study examined the issues of assessing the rate of degradation of oak wood affected by rot, and their influence on the physical and mechanical properties of harvested round timber. The article presents the results of changes in the physical and mechanical properties of oak wood damaged by yellowish-white striped (causing agent – *Phellinus robustus* Karst.) and red-brown prismatic (*Laetiporus sulphureus* Bond.) heart rots. It has been noted that oak stem rot, caused by *Ph. robustus* and *L. sulphureus*, significantly worsens both the quantitative and qualitative properties of oak wood only when developing on the tree for several years until the tree death.

It was revealed that the density of fresh and old dead wood compared with wood without signs of weakening decreases by 3.2 and 6.6% respectively, the compressive strength along the fibers – by 10.3 and 15.0%, the compressive strength across the fibers – by 12.1 and 15.5%, the tensile strength at static bending – by 9.8 and 10.5%, hardness – by 8.8 and 9.9%, impact strength – by 9.3 and 10.4%. A statistical assessment of the results showed that the established differences between the wood properties of different categories of tree condition are reliably significant.

Keywords: oak, stem rot, condition categories, wood density, mechanical properties.

For citation: Khvasko A. V., Larinina Yu. A., Volchenkova G. A., Korzon V. G. Some physical and mechanical properties of oak wood affected by rot. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2024, no. 1 (276), pp. 99–104 (In Russian).

DOI: 10.52065/2519-402X-2024-276-13.

Введение. По данным государственного лесного кадастра Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2023 г., дубравы в республике про-

израстают на площади 272 779,1 га, что составляет 3,3% от лесопокрытой площади с общим запасом насаждений 53 685,1 тыс. м³ [1].

Дуб является одним из наиболее ценных леособразующих древесных видов Беларуси, что обусловлено высоким качеством его древесины. Древесина дуба имеет красивую текстуру, плотная, способна выдерживать высокие механические нагрузки, хорошо сохраняется на воздухе, в земле и под водой, стойкая к гниению вследствие влияния вредоносных микроорганизмов, умеренно растрескивается и коробится, хорошо поддается обработке и отделке, сохраняет твердость распила разных типов, проявляет деформационную стойкость [2, 3]. Все эти свойства делают древесину дуба широко используемой и незаменимой в промышленности, машиностроении, мебельном и паркетном производстве, строительстве домов, производстве бочек.

Одной из главных задач лесоводства является выращивание деревьев дуба с высококачественной древесиной. Но в связи с неоднократно повторяющимся на протяжении XX в. усыханием дубрав на территории Беларуси, возникающим в результате воздействия абиотических и биотических факторов [4, 5], актуальными стали вопросы своевременного использования древесины патологического отпада.

Средние размеры деревьев патологического отпада, как правило, приближаются к средним размерам деревьев в насаждении, а нередко и превышают их. В связи с этим с лесоводственной точки зрения патологический отпад необходимо выбирать еще на этапе сильно ослабленных и усыхающих деревьев, что позволит кроме выполняемых санитарных целей удовлетворить и цели хозяйственные – получить еще не сильно поврежденную болезнями стволую древесину дуба.

В целом комплекс деструктивных грибов в древостоях дубовой формации представлен широко. Он включает как группу грибов, поражающих живые деревья, так и грибы, способствующие разложению древесного отпада [6, 7].

В ходе ранее проведенных авторами данной статьи исследований установлено, что в Беларуси важнейшими биотическими факторами, оказывающими негативное воздействие на дубравы, являются возбудители гнилевых болезней ствола дуба – ложный дубовый (*Phellinus robustus* Karst.) и серно-желтый (*Laetiporus sulphureus* Bond.) трутовики [8].

С повышением возраста зараженность деревьев дуба ложным дубовым и серно-желтыми трутовиками увеличивается. Во всех геоботанических подзонах Беларуси отмечено значительное поражение спелых и перестойных дубрав [9].

Деревья дуба, пораженные ядровыми гнилями, теряют свои товарные качества, что сильно сказывается на выходе деловых сортиментов. Выход деловой древесины из фауных деревьев зависит от протяженности гнили в

стволе. Общая протяженность гнили ложного дубового трутовика в среднем составляет 5,2 м, серно-желтого трутовика – 6,9 м [10].

Основная часть. Цель данной работы заключается в определении скорости деградации древесины дуба, поврежденной желтовато-белой полосатой (ложный дубовый трутовик – *Phellinus robustus* Karst.) и красно-бурой призматической (серно-желтый трутовик – *Laetiporus sulphureus* Bond.) ядровыми гнилями, и в оценке влияния данных стволовых гнилей на физико-механические свойства заготавливаемых круглых лесоматериалов.

Отбор модельных деревьев дуба для оценки физико-механических свойств древесины, поврежденной ядровыми гнилями, проводился как в суходольных, так и в пойменных условиях местопроизрастания. Исследования были выполнены на протяжении 2018–2022 гг. Предварительные данные по изменению физико-механических свойств древесины дуба патологического отпада пойменных дубрав были получены в 2018 г. [11].

Для определения физико-механических свойств древесины дуба, пораженной стволовыми гнилями, были проведены исследования плотности, прочности при сжатии вдоль и поперек волокон, статическом изгибе и твердости древесины.

Отбор деревьев был проведен в филиале Белорусского государственного технологического университета «Негорельский учебно-опытный лесхоз», в государственном опытном лесохозяйственном учреждении «Мозырский опытный лесхоз» и государственном природоохранном учреждении «Национальный парк «Припятский»». Всего было отобрано по шесть модельных деревьев различных категорий состояния: без признаков ослабления, ослабленных, усыхающих, свежего и старого сухостоя [12].

Отмечалось состояние кроны деревьев, коры и корневых лап, наличие плодовых тел деструктивных грибов, заселение стволовыми вредителями и другие патологические изменения, измерялся диаметр на высоте 1,3 м.

На модельных деревьях II категории состояния (ослабленные) наблюдалось объедание около 3% листвы, усыхание отдельных ветвей в кроне (от 7 до 10%), незначительное снижение прироста по сравнению с деревьями без признаков ослабления. На деревьях из категории усыхающих выявлено усыхание 65–70% ветвей в верхней и средней частях кроны, наличие плодовых тел ложного дубового и серно-желтого трутовиков, на двух деревьях повреждение стволовым вредителями.

Все деревья свежего сухостоя были повреждены ложным дубовым или серно-желтым трутовиком, листва отсутствовала, кора в нижней части частично отпала. На одном дереве присутствовали два живых водяных побега. Два дерева

были также поражены белой заболонной гнилью корней, под корой отмечены в большом количестве ризоморфы опенка.

Высота расположения плодовых тел ложного дубового трутовика составила от 0,4 до 16,5 м, серно-желтого – от 0,65 до 12,1 м. Наиболее часто (64,3%) на деревьях встречались 2 и более плодовых тела ложного дубового трутовика. Плодовые тела серно-желтого трутовика или отсутствовали (3,5%), или располагались одиночно.

Для детальной характеристики модельных деревьев фиксировались места проникновения инфекции. Так, местами проникновения спор ложного дубового трутовика являлись отмирающие сучья (54,5% всех взятых модельных деревьев, поврежденных ложным дубовым трутовиком), морозные трещины (36,4%) и механические повреждения комлевой части (9,1%). Общая протяженность гнили в зависимости от вышеописанных мест проникновения спор в среднем составляла 6, 7,5 и 1,9 м, интенсивность распространения гнили по сечению ствола – от 15 до 80%.

Местами проникновения спор серно-желтого трутовика являлись морозные трещины (57,1%) и механические повреждения коры (42,9%). Общая протяженность гнили в среднем составляла 8,5 м, интенсивность распространения гнили по сечению ствола – от 25 до 60% [10].

На деревьях из категории старого сухостоя листва отсутствовала, часть ветвей отпала, кора отслоилась от древесины, выявлено повреждение гнилями и наличие плодовых тел трутовиков. На одном дереве также зафиксировано поражение белой заболонной гнилью корней.

После рубки деревьев из каждого ствола на расстоянии 1,3 м от комля выпиливался круглый лесоматериал длиной 1,5 м. Заготовленные из круглых лесоматериалов бруски кондиционировали при комнатных условиях в течение 3 месяцев до достижения влажности 12–15%. После этого из них изготавливали образцы для стандартных испытаний на определение физико-механических свойств древесины.

В лаборатории кафедры лесозащиты и древесиноведения БГТУ были проведены испытания древесины для определения показателей физико-механических свойств [13–19]. Для этого использовались универсальная испытательная машина MTS Insight 100, маятниковый копр. Обработка данных проводилась в программах Test Works 4 и Microsoft Excel с последующим приведением всех полученных показателей к влажности 12%.

Одним из наиболее важных и объективных физических показателей состояния и качества древесины является плотность. Плотность древесины влияет почти на все физико-механические свойства, качество и долговечность изделий из нее [20].

Плотность древесины при влажности в момент испытания и при влажности 12% определяли на 500 образцах с размерами 20×20×30 мм (последний размер вдоль волокон), по 100 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

При эксплуатации в разных отраслях хозяйствования древесина подвергается влиянию внешних механических нагрузок. Ее способность сопротивляться действию таких нагрузок выражается механическими свойствами, которые являются наиболее характерными признаками состояния или степени разрушенности древесины.

Показатель прочности при сжатии вдоль волокон важен при использовании древесины в качестве стоек, колонн, подпорок, частей строительных конструкций, элементов мебели и др. Предел прочности при сжатии вдоль волокон определяли на 250 образцах с размерами 20×20×30 мм, по 50 образцов для каждой исследуемой группы деревьев по состоянию.

В практической деятельности человека древесина часто подвергается нагрузкам, направленным на сжатие поперек волокон: нижние венцы бревенчатых срубов, концы балок в деревянных перекрытиях, деревянный пол под мебелью, при сопряжении деревянных элементов с помощью шайбы и болтов и др. Предел прочности при сжатии поперек волокон определяли на 400 образцах с размерами 20×20×30 мм, по 80 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

Прочность при статическом изгибе необходимо учитывать при использовании древесины в качестве балок, лаг, досок пола и т. п. Предел прочности при статическом изгибе определяли на 400 образцах с размерами 20×20×300 мм, по 80 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

Твердость древесины характеризует ее способность сопротивляться внедрению другого, более твердого тела и сказывается на качестве обработки древесины режущими инструментами при пилении, строгании, лущении и т. д. Торцевая статическая твердость определялась на 200 образцах с размерами 50×50×50 мм, по 40 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

Ударная вязкость как показатель величины работы, затраченной на разрушение древесины, оценивается ее способностью сопротивляться ударным нагрузкам при эксплуатации элементов деревянных конструкций и изделий. Данный показатель определялся на 400 образцах с размерами 20×20×300 мм, по 80 образцов для каждой взятой для анализа категории состояния деревьев дуба.

Средние показатели основных физико-механических свойств древесины деревьев дуба разного состояния представлены в таблице.

Физико-механические свойства древесины деревьев дуба разного состояния

Категория состояния	Плотность ρ_{12} , кг/м ³	Предел прочности при сжатии вдоль волокон, МПа	Предел прочности при сжатии поперек волокон, МПа	Предел прочности при статическом изгибе, МПа	Торцевая статическая твердость, Н/мм ²	Ударная вязкость, Дж/см ²
Деревья без признаков ослабления	685,8 ± 7,94	58,0 ± 1,32	5,9 ± 0,23	107,8 ± 1,26	68,1 ± 0,84	7,6 ± 0,12
Ослабленные	685,1 ± 6,25	53,8 ± 1,12	5,5 ± 0,54	105,6 ± 1,35	66,0 ± 0,92	7,5 ± 0,11
Усыхающие	681,5 ± 7,75	52,5 ± 1,26	5,1 ± 0,42	103,5 ± 1,39	63,2 ± 0,90	7,2 ± 0,21
Свежий сухостой	664,8 ± 7,21	51,0 ± 1,34	4,8 ± 0,40	96,1 ± 1,40	61,4 ± 0,86	6,8 ± 0,15
Старый сухостой	639,2 ± 3,10	48,4 ± 1,28	4,6 ± 0,37	94,8 ± 0,98	59,8 ± 0,80	6,6 ± 0,12

С целью определения достоверности полученных результатов нами проведена их статистическая обработка и оценка существенности разности средних по t -критерию.

Установлено, что при влажности 12% плотность древесины свежего и старого сухостоя по сравнению с древесиной без признаков ослабления снижается на 3,1 и 6,8% соответственно, предел прочности при сжатии вдоль волокон – на 12,1 и 16,6%, предел прочности при сжатии поперек волокон – на 18,6 и 22,0%, предел прочности при статическом изгибе – на 10,9 и 12,1%, твердость – на 9,8 и 12,2%, ударная вязкость – на 10,7 и 13,0% соответственно.

Точность определения данных во всех случаях является весьма высокой – не превышает 5%. Коэффициент вариации изменяется в пределах от 0,5 до 12,1%, за исключением показателей ударной вязкости (от 15 до 22%). Однако во всех случаях он ниже 25%, что означает среднюю степень вариации данных.

Коэффициент корреляции между показателями физико-механических свойств древесины и категориями состояния деревьев составляет 0,95–0,98, т. е. корреляционная зависимость сильная. Установленные различия между показателями древесины разных категорий состояния достоверно значимы ($t_{\text{факт}} > t_{\text{теор}}$).

Проведенные исследования влияния желто-вато-белой полосатой и красно-бурой призматической ядерных гнилей на физико-механические свойства древесины дуба показали, что с увеличением продолжительности времени после перехода деревьев в категорию сухостойных эти показатели уменьшаются. У деревьев старого сухостоя все исследованные показатели механических свойств снижаются более чем на 12%. Причиной являются особенности развития ложного дубового и серно-желтого трутовиков, которые приводят к биологическому разложению всех компонентов клеточных стенок.

Заключение. Таким образом, стволовые гнили дуба, вызываемые ложным дубовым и серно-желтым трутовиками, значительно ухудшают как количественные (физико-механические), так и качественные свойства древесины дуба только при развитии на дереве в течение нескольких лет до момента перехода деревьев в категорию старого сухостоя. Это подтверждает необходимость систематического проведения лесопатологического мониторинга в дубравах Беларуси для своевременного выявления стволовых гнилей, назначения и осуществления санитарно-оздоровительных мероприятий с целью минимизации последствий их развития.

Список литературы

1. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 01.01.2023 г. Минск: Белгослес, 2023. 87 с.
2. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. М.: Изд-во Акад. наук СССР, 1954. 264 с.
3. Новосельцев В. Д., Бугаев В. А. Дубравы. М.: Агропромиздат, 1985. 214 с.
4. Сазонов А. А. Массовое усыхание дубовых лесов Восточной Европы как периодический процесс // Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах (XI Чтения памяти О. А. Катаева): материалы Всерос. конф. с междунар. участием, СПб., 24–27 нояб. 2020 г. СПб., 2020. С. 281–282.
5. Федоров Н. И., Блинцов А. И. Лесопатологическое состояние дубрав Беларуси и причины нарушения их устойчивости // Труды БГТУ. Сер. I, Лесное хоз-во. 2001. Вып. IX. С. 11–15.
6. Чеботарев П. А., Чеботарева В. В., Стороженко В. Г. Гнилевые фауны спелых и перестойных дубовых древостоев Теллермановского опытного лесничества // Лесоведение. 2019. № 1. С. 49–56.

7. Кожевников А. М., Решетников В. Ф., Колодий П. В. Дубравы Беларуси: состояние, проблемы и пути улучшения ведения хозяйства в них // Дуб – порода третьего тысячелетия: тр. Ин-та леса НАН Беларуси. Гомель, 1998. Вып. 48. С. 40–49.
8. Хвасько А. В., Ларинина Ю. А., Блинцов А. И. Распространенность болезней в пойменных дубравах с разными лесоводственно-таксационными показателями // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2017. № 2 (198). С. 199–205.
9. Встречаемость возбудителей стволовых гнилей дуба в различных геоботанических подзонах Беларуси / А. В. Хвасько [и др.] // Проблемы лесоведения и лесоводства. 2021. № 81. С. 100–107.
10. Особенности развития стволовых гнилей на деревьях дуба / А. В. Хвасько [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2022. № 1 (252). С. 73–79.
11. Изменение физико-механических свойств древесины дуба патологического отпада пойменных дубрав / А. В. Хвасько [и др.] // Лесное хозяйство: материалы докл. 83-й науч.-техн. конф. проф.-преподават. состава, науч. сотрудников и аспирантов (с междунар. участием), Минск, 4–14 фев. 2019 г. Минск, 2019. С. 78.
12. Санитарные правила в лесах Республики Беларусь. Минск: М-во лесного хоз-ва Респ. Беларусь, 2016. 21 с.
13. Древесина. Метод отбора модельных деревьев и кряжей для определения физико-механических свойств древесины насаждений: ГОСТ 16483.6–80. М.: Изд-во стандартов, 1986. 7 с.
14. Древесина. Метод определения плотности: ГОСТ 16483.1–84. М.: Изд-во стандартов, 1999. 7 с.
15. Древесина. Метод определения статической твердости: ГОСТ 16483.17–81. М.: Изд-во стандартов, 1999. 7 с.
16. Древесина. Методы определения предела прочности при сжатии вдоль волокон: ГОСТ 16483.10–73. М.: Изд-во стандартов, 1999. 7 с.
17. Древесина. Методы определения условного предела прочности при сжатии поперек волокон: ГОСТ 16483.11–72. М.: Изд-во стандартов, 1999. 7 с.
18. Древесина. Методы определения предела прочности при статическом изгибе: ГОСТ 16483.3–84. М.: Изд-во стандартов, 1999. 7 с.
19. Древесина. Методы определения ударной вязкости при изгибе: ГОСТ 16483.4–73. М.: Изд-во стандартов, 1999. 7 с.
20. Полубояринов О. И. Плотность древесины. М.: Лесная пром-сть, 1976. 160 с.

References

1. *Gosudarstvennyy lesnoy kadastr Respubliki Belarus' po sostoyaniyu na 01.01.2023* [The State Forest Cadastre of the Republic of Belarus as of 01.01.2022]. Minsk, Belgosles Publ., 2023. 87 p. (In Russian).
2. Vihrov V. E. *Stroyeniye i fiziko-mekhanicheskiye svoystva drevesiny duba* [Structure and physico-mechanical properties of oak wood]. Moscow, Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR Publ., 1954. 264 p. (In Russian).
3. Novosel'cev V. D., Bugaev V. A. *Dubravyy* [Oak forests]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1985. 214 p. (In Russian).
4. Sazonov A. A. Mass desiccation of oak forests in Eastern Europe as a periodic process. *Dendrobiontnyye bespozvonochnyye zhivotnyye i griby i ikh rol' v lesnykh ekosistemakh (XI Chteniya pamyati O. A. Kataeva): materialy Vserossiyskoy konferentsii s mezdyndrodnym uchastiyem* [Dendrobiont invertebrates and fungi and their role in forest ecosystems (XI Readings in memory of O. A. Kataev): materials of the All-Russian Conference with international participation]. St. Petersburg, 2020, pp. 281–282 (In Russian).
5. Fedorov N. I., Blintsov A. I. Forest-pathological condition of Belarusian oak forests and the reasons for the violation of their stability. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], series I, Forestry, 2001, issue IX, pp. 11–15 (In Russian).
6. Chebotarev P. A., Chebotareva V. V., Storozhenko V. G. Rotten fautes of ripe and overgrown oak stands of the Tellerman Experimental Forestry. *Lesovedeniye* [Forest science], 2019, no. 1, pp. 49–56 (In Russian).
7. Kozhevnikov A. M., Reshetnikov V. F., Kolodiy P. V. Oak forests of Belarus: state, problems and ways to improve farming in them. *Dub – poroda tret'ego tysyacheletiya: trudy Instituta lesa NANBelarusi* [Oak – a breed of the third millennium: proceedings of the Forest Institute of the National Academy of Sciences of Belarus]. Gomel, 1998, issue 48, pp. 40–49 (In Russian).
8. Khvas'ko A. V., Larinina Yu. A., Blintsov A. I. Prevalence of diseases in floodplain oak forests with different forestry and taxation indicators. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2017, no. 2 (198), pp. 199–205 (In Russian).
9. Khvas'ko A. V., Larinina Yu. A., Korzon V. G., Volchenkova G. A., Serko N. V. Occurrence of the oak stem rot in different geobotanical subzones of Belarus. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva* [Problems of forescience and forestry], 2021, no. 81, pp. 100–107 (In Russian).

10. Khvas'ko A. V., Larinina Yu. A., Volchenkova G. A., Korzon V. G. Features of the stem rot development on oak trees. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2022, no. 1 (252), pp. 73–79 (In Russian).
11. Khvas'ko A. V., Larinina Yu. A., Kozel A. V., Blintsov A. I., Shukalovich M. I., Kukhta I. N. Changes in the physical and mechanical properties of oak wood due to pathological decay of floodplain oak forests. *Lesnoye khozyaystvo: materialy докладов 83-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием)* [Forestry: materials of reports of the 83rd scientific-technical conference of the teaching staff, researchers and postgraduates (with international participation)]. Minsk, 2019, pp. 78 (In Russian).
12. Sanitary rules in forests of the Republic of Belarus. Minsk, Ministry of Forestry of the Republic of Belarus Publ., 2016. 21 p. (In Russian).
13. GOST 16483.6–80. Wood. Method of selection of model trees and ridges to determine the physical and mechanical properties of wood plantings. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1986. 7 p. (In Russian).
14. GOST 16483.1–84. Wood. Density determination method. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1999. 7 p. (In Russian).
15. GOST 16483.17–81. Wood. Method for determining static hardness. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1999. 7 p. (In Russian).
16. GOST 16483.10–73. Wood. Methods for determining the compressive strength along the fibers. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1999. 7 p. (In Russian).
17. GOST 16483.11–72. Wood. Methods for determining the conditional compressive strength across fibers. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1999. 7 p. (In Russian).
18. GOST 16483.3–84. Wood. Methods for determining the ultimate strength in static bending. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1999. 7 p. (In Russian).
19. GOST 16483.4–73. Wood. Methods for determining the impact strength during bending. Moscow, Izdatel'stvo standartov Publ., 1999. 7 p. (In Russian).
20. Poluboyarinov O. I. *Plotnost' drevesiny* [Wood density]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1976. 160 p. (In Russian).

Информация об авторах

Хвасько Андрей Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий кафедрой лесозащиты и древесиноведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: khvasko@belstu.by

Ларинина Юлия Александровна – магистр биологических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: lesya25106@mail.ru

Волченкова Галина Александровна – кандидат биологических наук, доцент, заведующий кафедрой ландшафтного проектирования и садово-паркового строительства. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: volchenkova@belstu.by

Корзон Виктор Георгиевич – аспирант кафедры лесозащиты и древесиноведения. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: poiuytrewq19744@mail.ru

Information about the authors

Khvasko Andrey Vladimirovich – PhD (Agriculture), Associate Professor, Head of the Department of Forest Protection and Wood Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: khvasko@belstu.by

Larinina Yuliya Aleksandrovna – Master of Biology, PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Silviculture. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lesya25106@mail.ru

Volchenkova Galina Aleksandrovna – PhD (Biology), Associate Professor, Head of the Department of Landscape Design and Architecture. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: volchenkova@belstu.by

Korzon Viktor Georgiyevich – PhD student, the Department of Forest Protection and Wood Science. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: poiuytrewq19744@mail.ru

Поступила 13.10.2023