

УДК 674.032.1

**С. А. Дупанов, О. К. Леонович**

Белорусский государственный технологический университет

**ВОЗРАСТНАЯ И ВИДОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ  
НАТУРАЛЬНОГО МОРЕНОГО ДУБА**

На данный момент в мире известны лишь частичные максимально обобщенные сведения о мореном дубе, которые невозможно использовать для создания информационной базы о свойствах, основных видовых и возрастных отличиях мореного дуба.

Если провести параллель с древесиной обычного (не мореного) дуба, то можно сделать следующий вывод. Разновидность дуба насчитывает около 600 видов. В странах СНГ распространено около 20 видов дуба. Каждый из известных видов имеет различные структурные изменения в процессе морения, что влечет за собой изменение качественно-технических характеристик материала. Этот факт осложняется возрастной дифференциацией древесины мореного дуба. На одной территориальной местности, где разведаны залежи мореного дуба, могут находиться стволы, части стволов возрастом от 300 до 8110 лет (максимальный возраст мореного дуба, найденный на территории Беларуси предприятием ГОДО «Транс-Центр», специализирующимся на добыче и переработке натурального мореного дуба). Возраст мореного дуба напрямую влияет на его будущие качественные характеристики. Также на одной разведанной местности залежи древесины мореного дуба разных возрастных групп могут иметь видовые различия, так как за промежутки времени в несколько тысяч лет дубовые леса видоизменялись в зависимости от климатических условий, изменения минерального состава грунтов, глубины залегания и т. д. Для полного понимания древесины мореного дуба и процесса морения необходимо комплексно подходить к его изучению, что и явилось целью данной работы.

**Ключевые слова:** мореный дуб, реологические, видовые, возрастные свойства.

**Для цитирования:** Дупанов С. А., Леонович О. К. Возрастная и видовая дифференциация натурального мореного дуба // Труды БГТУ. Сер. 1, Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2023. № 2 (270). С. 204–209. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-23.

**S. A. Dupanov, O. K. Leonovich**

Belarusian State Technological University

**AGE AND SPECIES DIFFERENTIATION OF NATURAL BOG OAK**

At the moment, only partial maximally generalized information about bog oak is known in the world, which cannot be used to create an information base on the properties, main species and age differences of bog oak.

If we draw a parallel with the wood of an ordinary (not bog) oak, then we can draw the following conclusion. The variety of oak has about 600 species. About twenty species of oak are common in the CIS countries. Each of the known types has various structural changes in the process of staining, which entails a change in the qualitative and technical characteristics of the material. This fact is complicated by the age differentiation of bog oak wood. In one territorial area where deposits of bog oak have been explored, there may be trunks, parts of trunks aged from 300 to 8,110 years (the maximum age of bog oak found in Belarus by the GODO “Trans-Center” enterprise, specializing in the extraction and processing of natural bog oak). The age of bog oak directly affects its future quality characteristics. Also, in one explored area, deposits of bog oak wood of different age groups may have species differences, since over a period of several thousand years, oak forests have changed depending on climatic conditions, changes in the mineral composition of soils, depth of occurrence, etc. For a complete understanding of bog oak wood and the staining process, it is necessary to take a comprehensive approach to its study, which was the purpose of this work.

**Keywords:** bog oak, rheological, species, age properties.

**For citation:** Dupanov S. A., Leonovich O. K. Age and species differentiation of natural bog oak. *Proceedings of BSTU, issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources*, 2023, no. 2 (270), pp. 204–209. DOI: 10.52065/2519-402X-2023-270-2-23 (In Russian).

**Введение.** Древесина мореного дуба имеет неповторимые эстетические качества. И не имеет аналогов во всем мире. Запас мореного дуба на

территории Республики Беларусь оценивается в 20 000 м<sup>3</sup> придонного залегания. Данная древесина является национальным достоянием нашей страны.

Мореный дуб также является невосполнимым природным ресурсом, а его ограниченный запас требует в ближайшее время комплексно подойти к вопросу стандартизации процесса сушки, хранения и качественного использования.

О высоких потребительских качествах древесины мореного дуба известно с незапамятных времен. Продукция из древесины мореного дуба представляет собой шедевры искусства и неоспоримо вносит культурный вклад в развитие мебельной и архитектурной отраслей. Изделия из мореного дуба передаются по наследству, так как их качественные характеристики не меняются с годами.

В Республике Беларусь имеется единственное на всем постсоветском пространстве предприятие, которое собирает информационную базу о мореном дубе и предоставляет теоретические сведения, а также лабораторные образцы для анализа, спецификации и стандартизации.

Актуальность исследования возрастной и видовой дифференциации натурального мореного дуба связана с необходимостью правильной и правомерной оценки этого ценнейшего природного сырья и разработки котировочных параметров для создания нормативно правового акта, регулирующего определение качественных характеристик мореного дуба. Данное исследование соответствует стратегическому направлению развития деревообрабатывающей отрасли по рациональному использованию древесного сырья в производстве мебели и эксклюзивных изделий из него.

Исследования по определению физико-механических параметров отдельно взятых образцов мореного дуба, приведенные в работах [1–3], не дают комплексной оценки материалу из мореного дуба как отдельной породе древесины в полном объеме. Некоторые исследователи приводят технические характеристики древесины дуба различных видов, произрастающих на европейской территории [4–8]. Для контроля определения возраста в настоящее время используется метод радиоуглеродного анализа, который является нецелесообразным ввиду его дороговизны и сроков выполнения. Этот метод не позволяет делать полномасштабную оценку всего добываемого сырья [9, 10]. Наиболее близко подошли к исследованию качественных характеристик мореного дуба авторы, предложившие определять их по изменениям химического состава, зависящим от времени и места залегания [11–15].

Однако в рассматриваемых работах не учтены цвет, возраст, данные о залегании и сопутствующие свойства материала мореного дуба в зависимости от места и срока залегания.

Целью настоящего исследования является разработка комплексного метода определения характеристик мореного дуба на основе возрастных и видовых отличий.

Для решения данного вопроса поставлены следующие задачи:

- присвоить значения мореному дубу в соответствии с цветом;
- произвести анализ среднего аналитического значения концентрации FeO в местах залегания;
- определить зависимости между содержанием Fe(O), возрастными группами материала и его цветом;
- предложить методологию определения качественных характеристик мореного дуба в зависимости от его видовых и возрастных показателей.

**Основная часть.** Мореный дуб используется в изделиях, несущих культурное значение. Поэтому качественная спецификация и стандартизация улучшат общее понимание об этом материале.

Стандартизацию требуется начать с ввода параметров исследуемых образцов, поиска ключевых параметров исследования (цвета, возраста структуры (вида)) и установления зависимости.

1. Цвет мореного дуба. Цветовая гамма мореного дуба очень широкая. Но для определения зависимости и удобства из испытуемых образцов выделены 3 основных цвета: коричнево-серый, черный и 3 дополнительных: коричнево-серый, коричнево-черный, серо-черный (рис. 1–6). Ни у одной древесины в мире нет такой широкой цветовой гаммы.



Рис. 1. Коричневый цвет



Рис. 2. Серый цвет



Рис. 3. Черный цвет

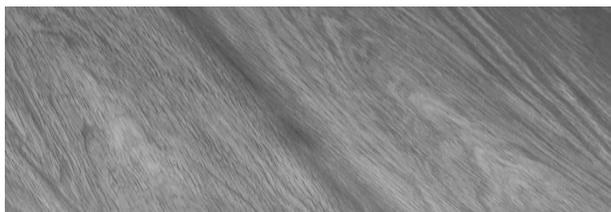


Рис. 4. Коричнево-серый цвет



Рис. 5. Коричнево-черный цвет



Рис. 6. Серо-черный цвет

Приобретенная окраска зависит от первостепенных факторов – возраста (период залегания), минерального состава (место залегания) и второстепенных факторов (глубина и вид залегания), а именно нахождения в реках, озерах, грунтах, иловых отложениях и т. д.

2. Возраст образцов в исследовании варьирует от 500 до 6000 и более лет. Возрастная градация для периода залегания до 3000 лет выбрана ввиду наибольших внешних отличий. Вопреки общему мнению, мореный дуб подвержен структурной деградации с течением времени, так как идеальные условия залегания встречаются крайне редко. К примеру, при нахождении в агрессивных средах (мелководные реки, водные объекты с агрессивной средой и т. д.) деградация структуры дуба ускоряется. А при нахождении в грунтах, глине, донных иловых отложениях, в безвоздушной водной среде древесина мореного дуба уплотняется и при аналогичном периоде залегания имеет меньше структурных изменений и лучшие качественно-технические характеристики.

Возраст мореного дуба определяется актом радиоуглеродного анализа.

Для простоты понимания связи возраста мореного дуба с его цветом можно провести следующую аналогию без включения дополнительных факторов влияния. Взяты образцы мореного дуба, похожие по цветовым параметрам, со следующих мест: донные отложения реки Днепр, проточный участок реки Сож (поверхностный слой) и торфяник на территории Гомеля (на глубине 3 м).

Минимальное и максимальное содержание оксида железа  $FeO$  в донных отложениях реки Днепр  $0,1-1,9$  мг/дм<sup>3</sup>, в поверхностных водах реки Сож  $0,05-0,19$  мг/дм<sup>3</sup> и в торфяных отложениях на глубине 3 м на территории Гомеля  $0,35-3,55$  мг/дм<sup>3</sup> (табл. 1). Выберем среднее значение и оценим результат на образцах. Для исследования было отобрано 18 образцов различных цветовых групп, каждой группе присвоен балл (табл. 2). При одинаковом периоде залегания в местах с разным содержанием  $FeO$  наблюдается разная скорость процесса морения (табл. 3).

Таблица 1

**Значения средних показаний содержания окиси железа в зависимости от места залегания**

Место залегания	Содержание $FeO$ , мг/дм <sup>3</sup>	Среднее значение содержания $FeO$ , мг/дм <sup>3</sup>
Днепр (донные отложения)	0,1–1,9	1
Сож (поверхностные воды)	0,05–0,19	0,12
Торфяник (верхний слой на глубине до 3 м)	0,35–3,55	1,95

3. Структура (вид) определяется визуально и образцы относятся к определенному цвету по стандартным образцам и реологическим свойствам древесины натурального мореного дуба. Дальнейшие исследования реологических свойств позволят расширить классификацию по определению качественных характеристик мореного дуба.

Классификацию решено связать с наличием окиси железа в зависимости от регионов залегания. Значения средних показаний содержания окиси железа в зависимости от места залегания приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Присвоение значения мореного дуба в соответствии с цветом**

Цвет мореного дуба	Присвоенное значение, баллы
Коричневый	1
Коричнево-серый	2
Коричнево-черный	3
Серый	4
Серо-черный	5
Черный	6

Поиск зависимости содержания  $FeO$  с возрастными группами материала и цветом материала определили в баллах и привели в табл. 2, 3.

Чтобы выявить стандартную зависимость цвета от возраста, примем содержание оксида железа  $FeO = 1$  мг/дм<sup>3</sup> для простоты понимания и возможного пересчета возраста древесного материала

без проведения радиоуглеродного анализа. Точность метода визуального определения цвета будет составлять  $\pm 100$  лет. Для примера возьмем опытное определение возраста мореного дуба в навигационный сезон 2022 г.

Таблица 3  
Возрастная классификация в зависимости от места залегания мореного дуба

Период залегания	Оценка древесины в зависимости от места залегания, балл		
	Донные отложения (Днепр)	Поверхностные воды (Сож)	Торфяник (на глубине до 3 м)
500	1	1	2
1000	2	1	4
1500	3	2	4
2000	4	3	6
2500	5	4	6
3000	6	4	6
4000	6	5	5
5000	5	5	5
6000	5	6	5

Рассмотрим срез натурального мореного дуба (рис. 7). Черный цвет визуально занимает периферийный слой, примерно 20%, серый цвет является основным – 50%, площадь под коричнево-серым цветом составляет 30%, содержание оксида железа в месте залегания данного образца  $FeO = 1 \text{ мг/дм}^3$ .



Рис. 7. Срез натурального мореного дуба

Аналитический возраст на основании визуального анализа будет равен

$$X = A1 \cdot B1 + A2 \cdot B2 + A3 \cdot B3,$$

где  $X$  – аналитический возраст мореного дуба;  $A1, A2, A3$  – визуальное процентное заполнение цветом среза мореного дуба;  $B1, B2, B3$  – принятый возраст согласно цвету из табл. 3.

$$X = 30 \cdot 1000 + 50 \cdot 2000 + 20 \cdot 3500 = 2000 \text{ лет.}$$

Согласно акту и радиоуглеродному анализу, данный промаркированный экземпляр древесины мореного дуба имеет возраст  $2050 \pm 100$  лет. Это доказывает эффективность визуального осмотра экземпляра мореного дуба при должной оценке места его залегания.

В дальнейшем планируется создание объединенной территориальной базы на основе топографической карты Беларуси с территориальной разбивкой по содержанию оксида железа  $FeO$ , а также более плотная разбивка по возрасту, добавление второстепенных цветов мореного дуба – желтого, желто-черного, желто-серого, учет реологических характеристик натурального мореного дуба.

**Заключение.** Впервые предложен комплексный метод на основе возрастных и видовых отличий натурального мореного дуба.

Разработка методологии подхода к оценочной характеристике ценнейшего природного ископаемого (натурального мореного дуба) в зависимости от условий и среды его нахождения, возрастных и видовых параметров дает возможность использовать данный метод в полевых условиях с достаточной точностью, для дальнейшей сортировки и выбора метода сушки.

Результаты полученных исследований могут быть использованы при разработке стандартов о мореном дубе.

### Список литературы

1. Методы исследования древесины и ее производных / Н. Г. Базарнова [и др.]. Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2002. 160 с.
2. Петруша А. К. Технические свойства древесины мореного дуба и его промышленное использование // Сб. науч. тр. БЛТИ им. С. М. Кирова. 1948. Вып. VII. С. 11–37.
3. Кулонометрическое определение дубильных веществ в лекарственном растительном сырье / С. Г. Абдуллина [и др.] // Фармация. 2010. № 4. С. 13–15.
4. Абаимов В. Ф. Дендрология. М.: Академия, 2009. 368 с.
5. Серговский П. С., Расев А. И. Гидротермическая обработка и консервирование древесины. М.: Лесная пром-сть, 1987. 360 с.
6. Горшин С. Н. Консервирование древесины. М.: Лесная пром-ть, 1977. 355 с.
7. Уголев Б. Н. Древесиноведение и лесное товароведение. М.: Академия, 2006. 272 с.
8. Кононов Г. Н. Химия древесины и ее основных компонентов. М.: МГУЛ, 1999. 247 с.
9. Марченко Ж. В., Панов В. С., Орлова Л. А. Начальные результаты по датированию археологических памятников эпохи голоцена на УМС в ЦКП СО РАН «Геохронология кайнозоя»: экспериментальные  $^{14}C$  и сравнительный анализ данных // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. 2013. № XIX. С. 244–250.

10. Чичагова О. А., Зазовская Э. П. Радиоуглеродный метод // Естественные-научные методы исследования культурных слоев древних поселений. М., 2004. С. 34–46.
11. Дупанов С. А. Исследование зольных остатков мореного дуба различных возрастных периодов залегания в поймах рек // 71-я науч.-техн. конф. студентов и магистрантов: тез. докл., Минск, 20–25 апр. 2020 г. URL: <https://www.belstu.by/science/obschaya-informaciya/conferencesandexhibitions/2020-god/71-ya-nauchno-tehnicheskaya-konferenciya-studentov-and-magistrantov.html> (дата обращения: 05.04.2023).
12. Леонович О. К., Дупанов С. А. Исследование физико-химических свойств натурального мореного дуба, используемого для производства эксклюзивных изделий и мебели // Лесной комплекс: состояние и перспективы развития: материалы 19-й Междунар. науч.-техн. интернет-конф., Брянск (РФ), весна 2020 г. URL: <http://science-bsea.bgita.ru> (дата обращения: 07.04.2023).
13. Дупанов С. А., Леонович О. К. Исследование физико-химических и прочностных свойств мореного дуба различных возрастных групп для изготовления изделий // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: тез. докл. 85-й науч.-техн. конф. (с междунар. участием), Минск, 1–13 февр. 2021 г. Минск, 2021. С. 144–147.
14. Леонович О. К., Дупанов С. А. Исследование химических и структурных свойств натурального мореного дуба методом сканирующей микроскопии // Труды БГТУ. Сер. 1. Лесное хоз-во, природопользование и перераб. возобновляемых ресурсов. 2021. № 2 (240). С. 150–155. DOI: 10.52065/2519-402X-2021-240-20-150-155.
15. Дупанов С. А., Леонович О. К. Классификационный подход к оценке качественных характеристик натурального мореного дуба // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: тез. докл. 87-й науч.-техн. конф. (с междунар. участием), Минск, 31 янв. – 17 февр. 2023 г. Минск, 2023. С. 146–149.

#### References

1. Bazarnova N. G., Karpova E. V., Katrakov I. B., Markin V. I., Mikushina I. V., Olkhov Yu. A., Khudenko S. V. *Metody issledovaniya drevesiny i yeye proizvodnykh* [Research methods of wood and its derivatives]. Barnaul, AltGU Publ., 2002. 160 p. (In Russian).
2. Petrussha A. K. Technical properties of stained oak wood and its industrial use. *Sbornik nauchnykh trudov BLTI im. S. M. Kirova* [Collection of scientific works of S. M. Kirov BFEI], 1948, issue VII, pp. 11–37 (In Russian).
3. Abdullina S. G., Agapova N. M., Ziyatdinova G. K., Khaziev R. Sh., Sidullina S. A., Budnikov G. K. Coulometric determination of tannins in medicinal plant raw materials. *Farmatsiya* [Pharmacy], 2010, no. 4, pp. 13–15 (In Russian).
4. Abaimov V. F. *Dendrologiya* [Dendrology]. Moscow, Akademiya Publ., 2009. 368 p. (In Russian).
5. Sergovskiy P. S., Rasev A. I. *Gidrotermicheskaya obrabotka i konservirovaniye drevesin* [Hydrothermal treatment and preservation of wood]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1987. 360 p. (In Russian).
6. Gorshin S. N. *Konservirovaniye drevesiny* [Preservation of wood]. Moscow, Lesnaya promyshlennost' Publ., 1977. 355 p. (In Russian).
7. Ugolev B. N. *Drevesinovedeniye i lesnoye tovarovedeniye* [Wood science and forest commodity science]. Moscow, Akademiya Publ., 2006. 272 p. (In Russian).
8. Kononov G. N. *Khimiya drevesiny i yeye osnovnykh komponentov* [Chemistry of wood and its main components]. Moscow, MGUL Publ., 1999. 247 p. (In Russian).
9. Marchenko Zh. V., Panov V. S., Orlova L. A. Initial results on dating of archaeological monuments of the Holocene epoch at the UMS in the Central Research Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences “Geochronology of the Cenozoic”: Experimental  $^{14}\text{C}$  and comparative analysis of data. *Problemy arkheologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territoriy* [Problems of archeology, ethnography, anthropology of Siberia and adjacent territories], 2013, no. XIX, pp. 244–250 (In Russian).
10. Chichagova O. A., Zazovskaya E. P. Radiocarbon method. *Yestestvenno-nauchnyye metody issledovaniya kul'turnykh sloyev drevnikh poseleniy* [Natural-scientific methods of research of cultural layers of ancient settlements]. Moscow, NIA-Nature Publ., 2004, pp. 34–46 (In Russian).
11. Dupanov S. A. Investigation of ash residues of moraine oak of various age periods of occurrence in floodplains of rivers. *71-ya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya studentov i magistrantov: tezisy dokladov* [71st scientific and technical conferences of students and undergraduates: abstracts]. Available at: <https://www.belstu.by/science/obschaya-informaciya/conferencesandexhibitions/2020-god/71-ya-nauchno-tehnicheskaya-konferenciya-studentov-and-magistrantov.html> (accessed 05.04.2023) (In Russian).
12. Leonovich O. K., Dupanov S. A. Investigation of physico-chemical properties of natural stained oak used for the production of exclusive products and furniture. *Lesnoy kompleks: sostoyaniye i perspektivy razvitiya: materialy 19-y mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy Internet-konferentsii* [Forest complex: state and prospects of development: materials of the 19th International scientific and technical Internet conference]. Available at: <http://science-bsea.bgita.ru> (accessed 07.04.2023) (In Russian).

13. Dupanov S. A., Leonovich O. K. Investigation of physico-chemical and strength properties of stained oak of various age groups for the manufacture of products. *Lesnaya inzheneriya, materialovedeniye i dizayn: tezis dokladov 85-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Forest Engineering. Materials Science and Design: abstracts of the 85th scientific and technical conference (with international participation)]. Minsk, 2021, pp. 144–147 (In Russian).

14. Leonovich O. K., Dupanov S. A. Investigation of chemical and structural properties of natural stained oak by scanning microscopy method. *Trudy BGTU* [Proceedings of BSTU], issue 1, Forestry. Nature Management. Processing of Renewable Resources, 2021, no. 2 (240), pp. 150–155. DOI: 10.52065/2519-402X-2021-240-20-150-155 (In Russian).

15. Dupanov S. A., Leonovich O. K. Classification approach to the assessment of the qualitative characteristics of natural stained oak. *Lesnaya inzheneriya, materialovedeniye i dizayn: tezis dokladov 85-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii (s mezhdunarodnym uchastiyem)* [Forest Engineering. Materials Science and Design: abstracts of the 85th scientific and technical conference (with international participation)]. Minsk, 2023, pp. 146–149 (In Russian).

#### Информация об авторах

**Дупанов Сергей Александрович** – аспирант, инженер кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: ser.dupanov@gmail.com

**Леонович Олег Константинович** – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии деревообрабатывающих производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: okl2001@mail.ru

#### Information about the authors

**Dupanau Siarhei Alexandrovich** – PhD student, Engineer, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., Minsk, 220006, Republic of Belarus). E-mail: ser.dupanov@gmail.com

**Leonovich Oleg Konstantinovich** – PhD (Engineering), Assistant Professor, the Department of Woodworking Technology. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: okl2001@mail.ru

Поступила 17.04.2023