



## ВЛИЯНИЕ МАКРОСТРУКТУРЫ НА ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА

Анатолий А. Тарасов<sup>1</sup>, zapovednikvrn@mail.ru, 0000-0003-1238-5537

Татьяна К. Курьянова<sup>2</sup>, KuryanovaTK@yandex.ru, 0000-0002-1708-5368

Алексей Д. Платонов<sup>2</sup>, aleksey66@yandex.ru, 0000-0001-5941-6287

Светлана Н. Снегирева<sup>2</sup>, svetka-sneg@yandex.ru, 0000-0003-4371-2270

Александра В. Киселева<sup>2</sup>, avk50@yandex.ru, 0000-0002-5960-6133

<sup>1</sup>ФГБУ «Воронежский государственный природный биосферный заповедник имени В.М. Пескова», Госзаповедник, Центральная усадьба, г. Воронеж, 394080, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, 8, г. Воронеж, 394087, Российская Федерация

В результате длительного нахождения древесины в речном грунте без доступа кислорода происходит индивидуальный процесс морения каждого ствола, заключающийся в изменении структуры и химического состава древесины. На территории РФ в поймах ряда рек имеются промышленные запасы этой древесины. Одной из важнейших задач на стадии добычи является первичная индивидуальная оценка качества для каждого ствола древесины дуба мореного. Одним из эффективных диагностических признаков оценки качества древесины может служить показатель числа годовичных слоев в одном сантиметре. Данный показатель хорошо коррелируется с плотностью древесины. Целью выполненных исследований является установление влияния макроструктуры натуральной древесины и древесины дуба мореного, изменения микроструктуры на его плотность. Установлено, что плотность древесины дуба мореного в зависимости от числа годовичных слоев в 1 см примерно на 10 % выше, чем у натуральной древесины при прочих равных условиях. Величина и характер уменьшения плотности по радиусу ствола такой же, как и у натуральной древесины, и составляет около 20 %. Выполненные исследования позволят производить экспресс-анализа качества каждого ствола мореной древесины на стадии принятия решения о проведении его добычи. Это позволит существенно уменьшить затраты на добычу и первичную обработку древесины дуба мореного.


**Ключевые слова:** древесина дуба натурального и мореного, годовичный слой, плотность, макроструктура древесины, микроструктура древесины, ранняя древесина, поздняя древесина

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.



**Для цитирования:** Влияние макроструктуры на плотность древесины / А. А. Тарасов, Т. К. Курьянова, А. Д. Платонов, С. Н. Снегирева, А. В. Киселева // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 3 (43). – С. 99–108. – Библиогр.: с. 106–107 (12 назв.). – DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.3/8>.


**Поступила:** 29.04.2021 **Принята к публикации:** 08.09.2021 **Опубликована онлайн:** 01.10.2021


## INFLUENCE OF MACROSTRUCTURE ON THE DENSITY OF OAK WOOD

Anatoly A. Tarasov<sup>1</sup>, zapovednikvrn@mail.ru,  0000-0003-1238-5537

Tatyana K. Kuryanova<sup>2</sup>, KuryanovaTK@yandex.ru,  0000-0002-1708-5368

Aleksey D. Platonov<sup>2</sup> , aleksey66@yandex.ru,  0000-0001-5941-6287

Svetlana N. Snegireva<sup>2</sup>, svetka-sneg@yandex.ru,  0000-0003-4371-2270

Aleksandra V. Kiseleva<sup>2</sup>, avk50@yandex.ru,  0000-0002-5960-6133

<sup>1</sup>FSBI Voronezh State Nature Biosphere Reserve named after V.M. Peskov, Goszapovednik, Central estate, Voronezh, 394080, Russian Federation

<sup>2</sup>Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, 394087, Russian Federation

### Abstract

An individual process of staining of each trunk occurs as a result of the long-term presence of wood in the river soil without oxygen access. It consists in changing the structure and chemical composition of the wood. There are industrial reserves of this wood on the territory of the Russian Federation, in the floodplains of a number of rivers. One of the most important tasks at the extraction stage is the primary individual quality assessment of the trunk. One of the most effective diagnostic indicators for assessing wood quality can be the number of annual layers in one centimeter. This indicator correlates well with wood density. The purpose of the research is to establish the influence of the macrostructure of natural wood and stained oak wood, changes in the microstructure on its density. It was found that the density of stained oak wood, depending on the number of annual layers in 1 cm, is about 10% higher than that of natural wood, all other things being equal. The magnitude and nature of the decrease in density along the radius of the trunk is the same as in natural wood. It is about 20%. The performed studies will allow making an express analysis of the quality of each stained wood trunk at the stage of making a decision on the behavior of its extraction. This will significantly reduce the cost of logging and primary processing of stained oak wood.

**Keywords:** natural and stained oak wood, annual layer, density, wood macrostructure, wood microstructure, early wood, late wood

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Tarasov A. A., Kuryanova T. K., Platonov A. D., Snegireva S. N., Kiseleva A. V. (2021) Influence of macrostructure on the density of oak wood. *Lesotekhnicheskii zhurnal* [Forest Engineering journal], Vol. 11, No. 3 (43), pp. 96-108 (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2021.3/8>.

**Received:** 29.04.2021    **Accepted for publication:** 08.09.2021    **Published online:** 01.10.2021

### Введение

Древесина по своим уникальным свойствам не имеет себе равных среди огромного числа естественных и искусственных материалов. Она обладает высокими качественными характеристиками. Это прочный, легкий, экологически чистый, интеллектуальный, конструкционный и поделочный материал.

Использование древесины человеком с глубокой древности сыграло огромную роль в развитии цивилизации. И в настоящее время потребность в древесине возрастает, несмотря на создание различных искусственных материалов с заданными свойствами.

Доля древесного сырья составляет 10 % стоимости всех предметов труда, производимых промышленностью. В настоящее время производи-

тели продукции из древесины проявляют особый интерес к древесине дуба мореного. Это созданный природой на протяжении многих столетий и тысячелетий натуральный, уникальный, декоративный, экологически чистый материал. Древесина дуба мореного сохранила высокие технологические свойства, приобрела неповторимую цветовую гамму и красивую текстуру. Это материал труднодоступный в добыче и переработке, имеющий огромный культурно-исторический потенциал.

Из древесины дуба мореного создавались уникальные мебельные гарнитуры и сувенирные изделия, которые в настоящее время занимают почетное место в музеях изобразительного искусства и антикварных салонах всего мира. Стоимость изделий из древесины дуба мореного во многом определяется высокой ценой сырья, энергозатратностью и сложностью его добычи и переработки.

Каждый ствол мореного дуба, даже поднятый из одного места залегания, имеет свои индивидуальные показатели качества и цветовую окраску. Свойства древесины дуба мореного даже при одинаковых условиях морения зависят от условий произрастания [1, 2, 3], химического состава речной проточной воды, наличия и количества в ней солей оксида железа ( $Fe_2O_3$ ) [4], от вида грунта, от глубины залегания стволов и продолжительности нахождения их под водой, и прежде всего, от качества исходных материалов [5, 6, 7].

Дорогое сырье дуба мореного требует особого внимания к его качеству. При первичном осмотре необходимо дать предварительную оценку качества древесины каждого поднятого ствола. Эти данные необходимы для решения всех проблем, связанных с рациональной переработкой сырья дуба мореного при производстве из него пилопродукции различного назначения. В настоящее время при дефиците древесины ценных твердых лиственных пород вопросы рационального их использования стоят в центре внимания лесной индустрии.

Основной качественной характеристикой древесины является её плотность. Это весовая характеристика древесины, что уже является фактором качества древесных материалов. Плотность влияет на все физико-механические свойства древесины. Поэтому при оценке качества древесины,

прежде всего, необходимо определить её плотность.

В практике для предварительной оценки качества древесины по внешнему виду используются некоторые показатели её макроструктуры. Это, прежде всего, годичный слой (прирост древесины за год), его ширина, процент поздней древесины в годичном слое и число их в 1 см.

Качество древесины дуба мореного, прежде всего, зависит от качества исходного сырья. Исследуемая древесина дуба мореного из реки Воронеж. Следовательно, качество этого материала с достаточной вероятностью зависит от качества древесины дуба натурального из Воронежской области.

В древесине кольцесосудистых пород ширина годичного слоя увеличивается за счет большего развития поздней зоны. Следовательно, плотность древесины дуба возрастает с увеличением ширины годичного слоя, то есть с увеличением процента поздней древесины в годичном слое.

Изменение плотности древесины годичного слоя в зависимости от процента поздней древесины дуба из европейской части РФ выражается уравнением прямой [8]

$$\rho_{15} = 0,007 \cdot m + 0,34, \quad (1)$$

где  $\rho_{15}$  – плотность древесины,  $kg/m^3$ , при влажности 15 %.

Плотность древесины дуба тем больше, чем выше процент поздней древесины. Количество годичных слоев в 1 см отрезка на торце сортимента также является показателем качества древесины. У кольцесосудистых пород ширина годичных слоев увеличивается за счет большего развития поздней зоны. Следовательно, чем шире годичный слой, тем их меньше в 1 см, а значит, и меньше рыхлых колец ранней зоны, а больше плотной древесины поздних зон годичных слоев.

Зависимость плотности от количества годичных слоев в 1 см для древесины дуба из европейской части РФ выражается уравнением прямой линии [8]

$$\rho_{15} = 0,92 - 0,033n, \quad (2)$$

где  $n$  – число годичных слоев в 1 см.

Чем меньше годичных слоев в 1 см ( $n$ ), тем выше плотность древесины и выше её физико-механические свойства.

По литературным данным [9, 10, 11], высококачественная древесина дуба из центральных районов европейской части ориентировочно имеет до 5,5 годичных слоев в 1 см, но не более 12 годичных слоев.

Древесина дуба мореного исследована недостаточно, нет данных о влиянии микро- и макроструктуры на плотность древесины. В статье исследовано изменение плотности древесины дуба мореного в зависимости от числа годичных слоев в 1 см, а также выполнена сравнительная оценка микроструктуры натуральной и мореной древесины дуба.

### Материалы и методы

Исследования выполнены на натуральной древесине дуба черешчатого (*Quercus robur L.*), произрастающего в УОЛ ВГЛТУ Воронежской области, и дуба мореного из реки Воронеж. Состав донного грунта песок. Диаметр стволов дуба – 40-46 см.

Из комлевой части стволов натуральной и мореной древесины дуба на расстоянии 1,0-1,5 м от нижнего края ствола были выпилены диски толщиной 5 см, которые затем раскраивали по его диаметру на заготовки шириной 6 см. Из каждой заготовки последовательно от коры к сердцевине, за исключением ювенильной древесины, были изготовлены малые чистые образцы размером 20×20×30 мм для определения плотности согласно ГОСТ 16483.1-84 «Древесина. Метод определения плотности» и количества годичных слоев в 1 см согласно ГОСТ 16483.18-72 «Древесина. Метод определения числа годичных слоев в 1 см и содержания поздней древесины в годичном слое» (рис. 1). Высушивание образцов до абсолютно сухого состояния производили в сушильном шкафу при температуре  $103 \pm 2$  °С.

Для исследования микроструктуры древесины дуба на расстоянии 0,5 R были изготовлены образцы размером 8×8×20 мм. Большой размер образца соответствовал изучаемому направлению среза – радиальному и вдоль волокон. Перед приготовлением микросрезов образцы из натуральной древесины и древесины дуба мореного выдерживались в течение 12 часов в растворе спирта и глицерина в соотношении 1:1. На санном микротоме

МС-1 делали древесины толщиной 10-15 мкм. Исследование микроструктуры древесины выполнено при помощи микроскопа марки «Биолам» с насадкой для цифрового фотоаппарата марки Canon Power Shot A620, использован объектив 10<sup>x</sup>.

### Результаты и обсуждение

Древесина дуба отличается сложным анатомическим строением. В её состав входят разнообразные элементы, выполняющие специфические функции. Проводящая ткань – это сосуды и сосудистые трахеиды. Механическая ткань – древесные волокна (волокна либриформа и волокнистые трахеиды). Запасающая ткань – это сердцевинные лучи: узкие однорядные и широкие многорядные (до 20 рядов клеток), и древесная паренхима – это паренхимные клетки, вытянутые по длине ствола.

Дуб кольцесосудистая порода, годичные слои у которой хорошо различимы на всех разрезах. На поперечном разрезе годичный слой состоит из ранней и поздней древесины (рис. 2 и 3).

Содержание анатомических элементов древесины ранней и поздней зоны годичного слоя различно. По данным [9, 10] объем сосудов в ранней зоне составляет 44 %, в поздней – 10 %, древесные волокна соответственно 39 % и 65 %, паренхимной ткани – 17 % и 25 %.

Ранняя зона годичного слоя образована в основном проводящей тканью – крупными сосудами. Это тонкостенные клетки, диаметр которых 0,2-0,4 мм, они располагаются в один-два-три ряда, образуя пористое кольцо в каждом годичном слое.

Механическая ткань – это толстостенные клетки, диаметр которых 15 мм при толщине стенки до 5 мкм. В ранней зоне они составляют 39 %.

Запасающая ткань состоит из тонкостенных паренхимных клеток. Они образуют единую систему из горизонтально ориентированных клеток (серцевинные лучи) и вертикально ориентированных клеток (осевая древесная паренхима). В ранней зоне их 17 %.

Поздняя древесина годичного слоя состоит главным образом из механической ткани – древесные волокна составляют 65 %. Сосуды поздней зоны годичного слоя мелкие, диаметром 0,016-0,1 мм, их объем составляет около 10 %. Группы

руются мелкие сосуды в виде светлых узких радиальных полосок. Запасаящая ткань в поздней зоне составляет 25 %. Благодаря такому строению позд-

няя зона годичного слоя образована плотной древесиной.

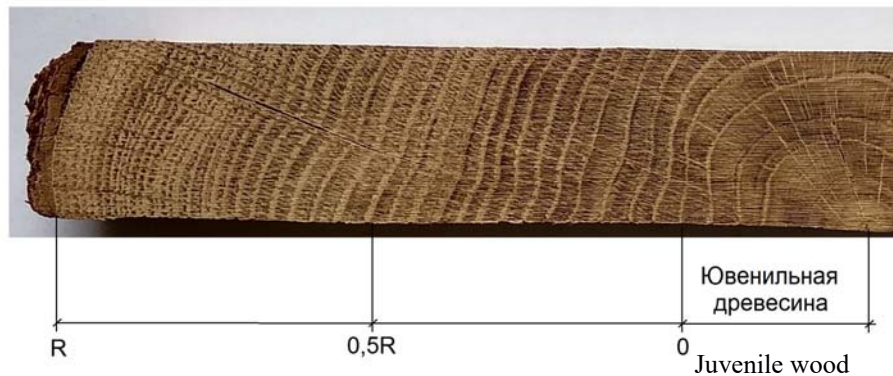


Рисунок 1. Внешний вид поперечного среза древесины дуба

Figure 1. Appearance of a cross-section of oak wood

Источник: Собственные фото авторов

Source: Authors' own photos

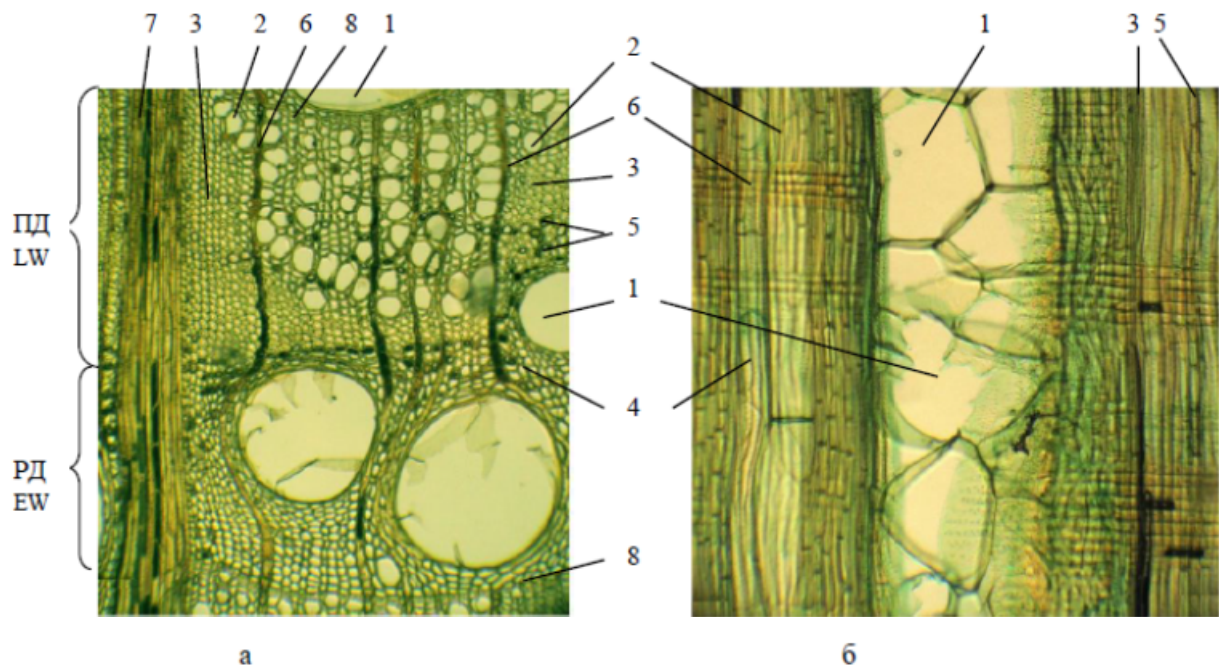


Рисунок 2. Поперечный (а) и радиальный (б) разрезы древесины дуба (ув. 10<sup>х</sup>): РД, ПД – ранняя и поздняя древесина годичного слоя; 1 – крупные сосуды ранней древесины с тилами; 2 – мелкие сосуды поздней древесины; 3 – волокна либриформа; 4 – сосудистые и волокнистые трахеиды; 5 – метатрахеальная паренхима; 6 – очень узкие сердцевинные лучи; 7 – широкий сердцевинный луч; 8 – граница годичного слоя; 9 – тилы в крупном сосуде

Figure 2. Transverse (a) and radial (b) cuts of oak wood (Zoom in. 10<sup>x</sup>): EW, LW - early and late wood annual ring; 1 – large vessels of the early wood Teal; 2 – small vessels of late wood; 3 – fiber libriform; 4 – vascular and fiber tracheids; 5 – mettelhelene parenchyma; 6 – very narrow medullary rays; 7 – wide medullary ray; 8 – the border of the annual ring; 9 – tila in large vessel

Источник: собственные фото авторов

Source: authors ' own photos

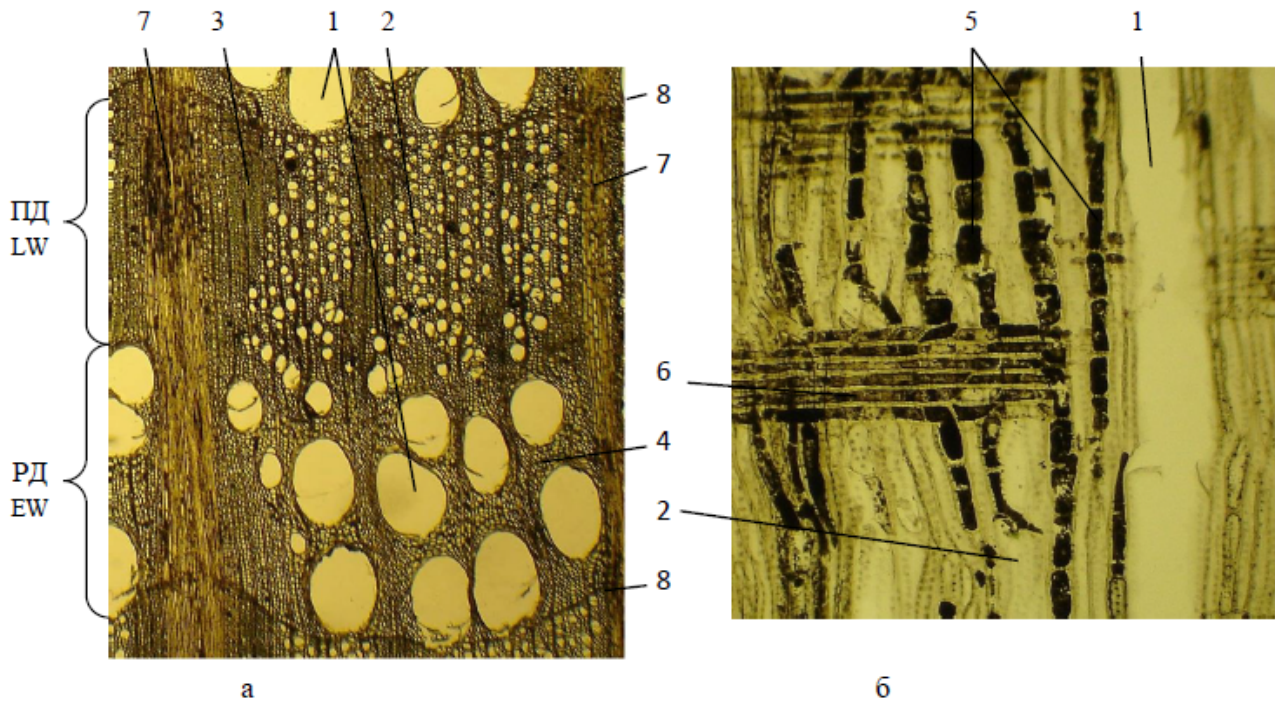


Рисунок 3. Поперечный (а) и радиальный (б) разрезы древесины дуба мореного (ув.  $10^{\times}$ ): РД, ПД – ранняя и поздняя древесина годовичного слоя; 1 – крупные сосуды ранней древесины с тилами; 2 – мелкие сосуды поздней древесины; 3 – волокна либриформа; 4 – сосудистые и волокнистые трахеиды; 5 – метатрахеальная паренхима; 6 – очень узкие сердцевинные лучи; 7 – широкий сердцевинный луч; 8 – граница годовичного слоя

Figure 3. Transverse (a) and radial (b) cuts of wood bog oak (Zoom in.  $10^{\times}$ ): EW, LW – early and late wood annual ring; 1 – large vessels of the early wood Teal; 2 – small vessels of late wood; 3 – fiber libriform; 4 – vascular and fiber tracheids; 5 – mettelhelene parenchyma; 6 – very narrow medullary rays; 7 – wide medullary ray; 8 – year boundary layer

Источник: Собственные фото авторов

Source: Authors' own photos

Физико-механические свойства поздней древесины значительно выше свойств ранней древесины. Так, у дуба из европейской части РФ плотность абсолютно сухой древесины: в ранней зоне –  $500 \text{ кг/м}^3$ , в поздней –  $720 \text{ кг/м}^3$  при комнатно-сухой влажности [11]. Микроструктура древесины дуба мореного имеет ряд отличительных особенностей, вызванных длительным процессом морения. В крупных сосудах ранней зоны отсутствуют тилы. Тилы – это выросты клеток древесины паренхимы или сердцевинных лучей, внедряющиеся в полость водопроводящих элементов. Чаще всего тилы образуются путем проникновения в полости крупных сосудов живых паренхимных клеток через поры, разрастаясь и растягивая их мембраны. Обычно тилы имеют вид тонкостенных пузырей (рис. 2, поз. 9). Отсутствие тил в сосудах существенно повышает их проводящую способность [12].

Другой отличительной особенностью морской древесины является наличие в ней значительного количества солей оксида железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Это оказывает существенное влияние на её плотность. Окисление дубильных веществ ионами железа окрашивает древесину в темный цвет. Наибольшее количество дубильных веществ находится в паренхимных клетках, что вызывает изменение их окраски (рис. 3. поз. 5 и 6).

Распределение плотности древесины внутри ствола древесных пород представляет практический интерес. Плотность в данном случае выступает как фактор качества сортиментов, получаемых из различных частей ствола.

Плотность и свойства древесины в пределах одного и того же ствола не постоянные, они изменяются в зависимости от положения по высоте и радиусу ствола. Для определения качества сырья дуба мореного каждого поднятого ствола возможно

учитывать только изменение плотности в поперечном сечении.

В стволах кольцесосудистых пород плотность и физико-механические свойства древесины ухудшаются по направлению от сердцевины к коре. Это уменьшение плотности вблизи сердцевины и непосредственно около коры достигает 20 % [11].

У мореной древесины дуба плотность выше по сравнению с натуральной древесиной при прочих равных условиях, но характер изменения плотности по радиусу ствола такой же, как и у натуральной древесины. Уменьшение плотности от сердцевины к коре у древесины дуба мореного составляет также около 20 % (рис. 4). Данная зависимость прослеживается для древесины дуба мореного независимо от его цвета.

Примыкающая к сердцевине ювенильная (незрелая) древесина должна исключаться при определении числа годовичных слоев на поперечном сечении круглого леса. Ювенильная древесина изучена недостаточно, но плотность поздней зоны в этих годовичных слоях низкая [6].

Результаты исследования плотности древесины дуба мореного в зависимости от числа годовичных слоев в 1 см представлены на рис. 5.

Изменение плотности древесины дуба мореного в зависимости от числа годовичных слоев в одном сантиметре выражается уравнением прямой

$$\rho_{15} = 0,948 - 0,03886 \cdot n, \quad (3)$$

где  $n$  – число годовичных слоев в 1 см, шт.

Плотность древесины дуба мореного в зависимости от числа годовичных слоев в 1 см, примерно на 10 % выше, чем у натуральной древесины, при прочих равных условиях.

#### Выводы

Для первичной оценки качества древесины дуба мореного индивидуально для каждого ствола показатель числа годовичных слоев в одном сантиметре может служить хорошим диагностическим признаком при оценке плотности древесины. Определение качества каждого добытого ствола дуба мореного возможно только по изменению плотности в поперечном сечении ствола, путем определения числа годовичных слоев.

Примыкающая к сердцевине ювенильная (незрелая) древесина до 5-6 годовичных слоев должна исключаться при оценке качества древесины дуба мореного.

Плотность натуральной и мореной древесины дуба уменьшается по радиусу ствола от центральной части к коре в среднем на 20 %.

Плотность древесины дуба мореного в зависимости от числа годовичных слоев в 1 см примерно на 10 % выше, чем у натуральной древесины, при прочих равных условиях.

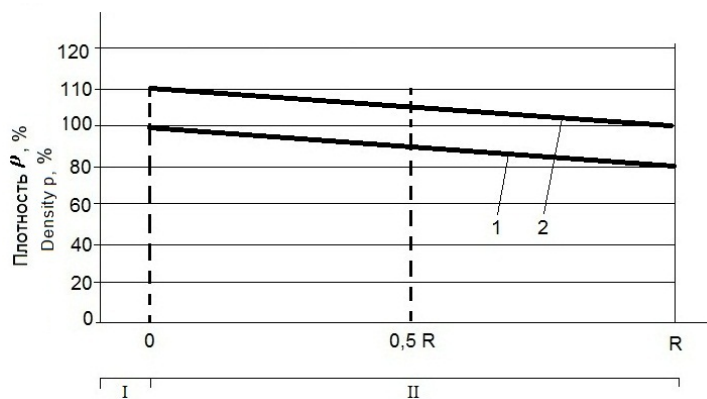


Рисунок 4. Изменение плотности древесины дуба по радиусу ствола. Плотность натуральной древесины в центральной части ствола принята за 100 %: I – ювенильная древесина; II – зрелая древесина; 1, 2 – древесина дуба натуральная и мореная

Figure 4. Changes in the density of oak wood along the trunk radius. The density of natural wood in the central part of the trunk is assumed to be 100 %: I – juvenile wood; II – mature wood; 1, 2 – natural and stained oak wood

Источник: собственная композиция авторов

Source: author's composition

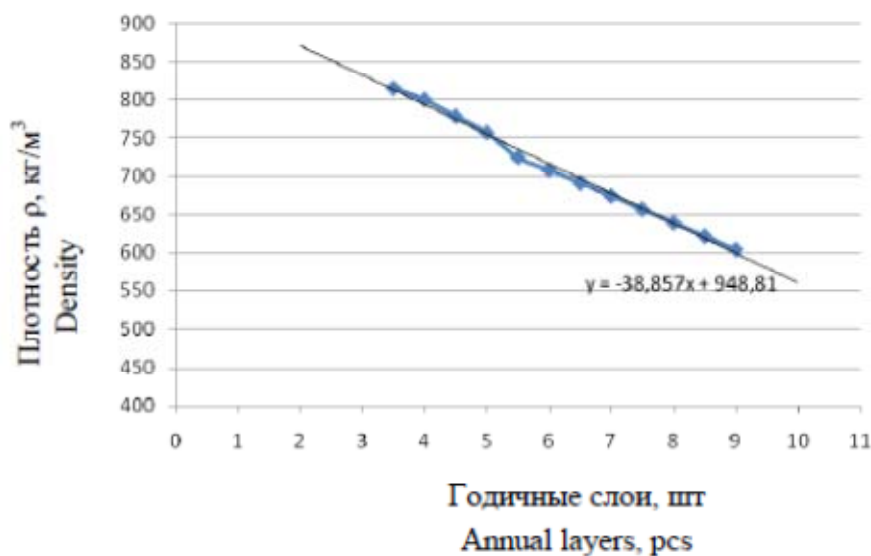


Рисунок 5. Плотность древесины дуба мореного в зависимости от числа годичных слоев в 1 см  
Figure 5. The density of the wood of moraine oak depending on the number of annual layers in 1 cm

Источник: Собственные вычисления авторов

Source: Authors' own calculations

### Список литературы

1. Pretsch Y., Schütze G. Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield of forest stands European Journal of Forest Research. 2016. Vol. 135. Iss. I. pp. 1-22.
2. Pandey S. Climatic influence on tree wood anatomy: a review *J Wood Sc* 67, Article number: 24 (2021). DOI: <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01956-w>.
3. Pérez-de-Lis G., Rossi S., Vázquez-Ruiz R. A., Rozas V., García-González I. (2016) Do changes in spring phenology affect earlywood vessels? Perspective from the xylogenesis monitoring of two sympatric ring-porous oaks. *New Phytol* 209:521–530. <https://doi.org/10.1111/nph.13610>.
4. Даниленко А. Ю. Диэлектрические свойства древесины мореного дуба : дис. ... канд. техн. наук / А. Ю. Даниленко. Воронеж : ВГЛТА, 1998. 155 с.
5. Рациональное использование древесины дуба мореного и натурального / Т. К. Курьянова, А. А. Тарасов, А. Д. Платонов, С. Н. Снегирева // *Лесотехнический журнал*. – 2020. – Т. 10. – № 2 (38). – С. 169–178. – DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/17.
6. Kiseleva A. V., Snegireva S. N., Platonov A. D., Pinchevska O. A. Density formation along the trunk radius in various wood species based on latitudinal or altitudinal zoning. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions" 23 October 2020, Voronezh, Russia (FORESTRY-2020). 2020. Vol. 595, p. 012055. DOI: 10.1088/1755-1315/595/1/012055.
7. Van Duong D., Missanjo E., Matsumura J. (2017) Variation in intrinsic wood properties of *Melia azedarach* L. planted in northern Vietnam. *Journal of Wood Science*. 63: 1652.
8. Перельгин Л. М. Древесиноведение и лесное товароведение. Москва-Ленинград : Гослесбумиздат, 1954. 347 с.
9. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба. Москва: Изд-во Акад. Наук СССР, 1954. 264 с.



10. Вихров В. Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба в связи с условиями произрастания. Москва-Ленинград : Гослестбумиздат, 1950. 112 с.
11. Уголев Б. Н. Древесиноведение. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Лесн. пром-сть, 1969. 316 с.
12. Платонов А. Д. Интенсификация процесса сушки древесины трудносохнущих пород : дис. ... д-ра техн. наук / А. Д. Платонов. Воронеж : ВГЛТА, 2007. 280 с.

### References

1. Pretzsch Y., Schütze G. Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield of forest stands *European Journal of Forest Research*. 2016. Vol. 135. Iss. I. pp. 1-22.
2. Pandey S. Climatic influence on tree wood anatomy: a review *J Wood Sc* 67, Article number: 24 (2021) <https://doi.org/10.1186/s10086-021-01956-w>.
3. Pérez-de-Lis G., Rossi S., Vázquez-Ruiz R.A., Rozas V., García-González I. (2016) Do changes in spring phenology affect earlywood vessels? Perspective from the xylogenesis monitoring of two sympatric ring-porous oaks. *New Phytol* 209:521–530. <https://doi.org/10.1111/nph.13610>.
4. Danilenko A.Yu. Dielektricheskie svoystva drevesiny morenogo duba: dis. ... kand tekhn. nauk [Dielectric characteristics of fumed oak wood: PhD thesis]. Voronezh: VGLTA, 1998. 155 p. (in Russian).
5. Kur'yanova T.K., Tarasov A.A., Platonov A.D., Snegireva S.N. (2020) Racional'noe ispol'zovanie drevesiny duba morenogo i natural'nogo [Rational use of oak wood, stained and natural]. *Lesotekhnicheskii zhurnal [Forest Engineering Magazine]*. Vol. 10, № 2 (38), pp. 169-178. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.2/17 (in Russian).
6. Kiseleva A. V., Snegireva S. N., Platonov A. D., Pinchevska O. A. Density formation along the trunk radius in various wood species based on latitudinal or altitudinal zoning. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International scientific and practical conference "Forest ecosystems as global resource of the biosphere: calls, threats, solutions, 23 October 2020, Voronezh, Russia (FORESTRY-2020). 2020. Volume 595, p. 012055. DOI: 10.1088/1755-1315/595/1/012055.*
7. Van Duong D., Missanjo E., Matsumura J. (2017) Variation in intrinsic wood properties of *Melia azedarach* L. planted in northern Vietnam *Journal of Wood Science* 63 p. 1652.
8. Perelygin L. M. Drevesinovedenie i lesnoe tovarovedenie [Wood science and forest commodity science]. M.-L. : Gosllestbuzdat, 1954, 347 p. (in Russian).
9. Vihrov V E *Stroenie i fiziko-mexanicheskie svoystva drevesiny duba* [Structure and physical and mechanical properties of oak wood], - M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1954. – 264 p. (in Russian).
10. Vihrov V. E. *Stroenie i fiziko-mexanicheskie svoystva drevesiny duba v svyazi s usloviyami proizrastaniya* [Structure and physical and mechanical properties of oak wood in connection with growing conditions]. M.-L. : Gosllestbuzdat, 1950, 112 p. (in Russian).
11. Ugolev B. N. *Drevesinovedenie* [Wood Science], 2nd ed., pererab. i dop. : Lesnaya promyshlennost', 1969. 316 p. (in Russian).
12. Platonov A. D. Intensifikaciya processa sushki drevesiny trudnosohnushchih porod : dis. ... d-ra tekhn. nauk [DSc thesis]. Voronezh : VGLTA, 2007. 280 p. (in Russian).

### Сведения об авторах

Тарасов Анатолий Алексеевич – директор ФГБУ «Воронежский государственный природный биосферный заповедник имени В.М. Пескова», Госзаповедник, Центральная усадьба г. Воронеж, Российская Федерация, 394080, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1238-5537>, e-mail: [zapovednikvrn@mail.ru](mailto:zapovednikvrn@mail.ru).

Курьянова Татьяна Казимировна – кандидат техн. наук, доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8,

г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1708-5368>, e-mail: KuryanovaTK@yandex.ru.

✉ *Платонов Алексей Дмитриевич* – доктор техн. наук, заведующий кафедрой древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5941-6287>, e-mail: aleksey66@yandex.ru.

*Снегирева Светлана Николаевна* – кандидат биол. наук, доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4371-2270>, e-mail: svetka-sneg@yandex.ru.

*Киселева Александра Владимировна* – кандидат техн. наук, доцент кафедры древесиноведения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», ул. Тимирязева, д. 8, г. Воронеж, Российская Федерация, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5960-6133>, e-mail: avk50@yandex.ru.

### Information about the authors

*Anatoly Alekseevich Tarasov* – Head of FSBI Voronezh State Nature Biosphere Reserve named after V.M. Peskov, Goszapovednik, Central estate, Voronezh, Russian Federation, 394080, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1238-5537>, e-mail: zapovednikvrn@mail.ru.

*Tatyana Kazimirovna Kuryanova* – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Chair of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1708-5368>, e-mail: KuryanovaTK@yandex.ru.

✉ *Aleksey Dmitrievich Platonov* – Dr. Sci. (Engineering), Head of the Chair of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5941-6287>, e-mail: aleksey66@yandex.ru.

*Svetlana Nikolaevna Snegireva* – Cand. Sci. (Biology), Associate Professor of the Chair of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4371-2270>, e-mail: svetka-sneg@yandex.ru.

*Aleksandra Vladimirovna Kiseleva* – Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor of the Chair of Wood Science, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Timiryazev str., 8, Voronezh, Russian Federation, 394087, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5960-6133>, e-mail: avk50@yandex.ru.