

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПЛОТНОСТЬ ДРЕВЕСИНЫ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ

Седрисев И.Д., Куликова Н.В., Аксёнов П.А.

Мытищинский филиал Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана (национального исследовательского университета), Москва, Россия

STUDY OF FACTORS AFFECTING THE DENSITY OF SIBERIAN FIR WOOD

Sedrisev I.D., Kulikova N.V., Aksenov P.A.

Mytishchi branch of Moscow State Technical University named after N.E. Bauman (national research university), Moscow, Russia

Аннотация: Исследовались 42 образца из древесины пихты сибирской (*Abies sibirica*), полученных случайной выборкой и произведена их обработка для выявления причин повышенной плотности, приведены результаты и методика обработки полученных числовых данных.

Abstract: An investigation of 42 randomly selected Siberian fir wood samples was conducted to determine the causes of their increased density. The processing methodology and results are presented.

Ключевые слова: плотность, поздняя древесина, годичный слой, пихта сибирская, *Abies sibirica*.

Key words: density, latewood, annual ring, Siberian fir, *Abies sibirica*.

Исследуемые образцы пиломатериалов заготовленные в Иркутской области, Чунском районе, Мироновском участковом лесничестве, Захаровская дача, квартал 162, имеют сечение от 22 до 22,6 мм по толщине, от 94,3 до 96,3 мм по ширине, от 125 до 154 мм по длине. На торцевой поверхности образца была произведена обработка лезвием ножа. На рис. 1 показана узкослойная структура строения древесины, что является не характерным для рассматриваемой породы.



Рисунок 1 – Исследуемый образец, поперечный срез

Средняя ширина годичного слоя составляет $1,23 \pm 0,15$ мм, также с помощью искусственного интеллекта по сканированным торцам изучаемых образцов был определен процент поздней древесины в годичных кольцах пиломатериала. Он варьирует в пределах 22-30% от ШГК, средний показатель процентного содержания поздней древесины после обработки данных полученных с 42 единиц образцов составил 27%. Данный показатель для хвойных пород считается достаточно высоким и является больше табличного значения указанного в справочнике на 9-10%, что в свою очередь серьезно увеличивает плотность древесины в целом [3].

В условиях лаборатории МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана были проведены измерения плотности в соответствии с ГОСТ 16483.1-84 показатель составил 469 кг/м^3 в среднем для всех образцов, при нормализованной влажности. Полученное значение неудовлетворительно сочетается с табличными стандартными значениями (375 кг/м^3 , при влажности 12%) показателя плотности для древесины пихты сибирской [3]. Это даёт основание полагать, что плотность древесины в первую очередь зависит от средней толщины годичного слоя [1, 4].

В ранее проводимых исследованиях был выявлена родовая принадлежность исследуемой древесины и доказано, что она принадлежит деревьям рода Пихта, семейства Сосновые. На рис. 2, 3 для демонстрации описываемых фактов приведены микроснимки исследуемых образцов, отснятых с помощью объектива Reichert SPlan 40/0,65/160/0,17:



Рисунок 2 – Микроснимок радиального среза исследуемого образца древесины. Поровость осевых трахеид. Препарат не окрашен.



Рисунок 3 – Микроснимок радиального среза древесины образца. Сердцевинный луч с полем перекреста. Препарат не окрашен.

Методика исследования строения древесины образцов, предоставленных для проведения экспертизы:

Исследование поверхности древесины было проведено с использованием искусственного интеллекта по следующей методологии:

Преобразование изображения – перевод в градации серого. Фильтрация шумов – применение медианного фильтра 3×3 . Адаптивное пороговое выделение – алгоритм Otsu с коррекцией яркости для выделения темных участков (поздняя древесина). Сегментация – выделение границ годовичных колец по радиальным профилям интенсивности. Расчет площади – подсчет числа пикселей, принадлежащих поздней древесине, и их отношение к общей площади изображения. Точность выделения границ между ранней и поздней древесиной составила $\geq 95\%$.

Полученные данные были подтверждены контрольными измерениями годовичных слоёв древесины дендрохронологическими методами с ручной разметкой с использованием программы PhotoM. Древесину подвергали углубленной обработке для детального изучения [4].

Полученные сводные данные по 42 единицам образцов предоставлены ниже в табл. 1:

Таблица 1 – Сводные данные по образцам

Показатель	Значение	Погрешность	Коэффициент вариации, %
Диапазон плотности исследуемых образцов	379-610,8 кг/м.куб	$\pm 5\%$	10,6
Средняя доля площади поздней зоны от общей площади образца	27,0%	$\pm 5\%$	17,5
Средняя ширина годовичного кольца	1,23 мм	$\pm 0,15$ мм ($\pm 12\%$)	35
Минимальный размер годовичного кольца	0,38 мм	$\pm 0,1$ мм ($\pm 26\%$)	19,8
Максимальный размер годовичного кольца	2,5 мм	$\pm 0,3$ мм ($\pm 12\%$)	9,2
Средний показатель доли поздней древесины во всём годовичном кольце	28,5%	$\pm 4\%$	15
Средняя плотность годовичных колец (в 1 см)	7,7 колец/см	$\pm 0,2$	12,5

Полученные данные, представленные на рис. 4 и 5, соответствует нормальному распределению Гаусса.

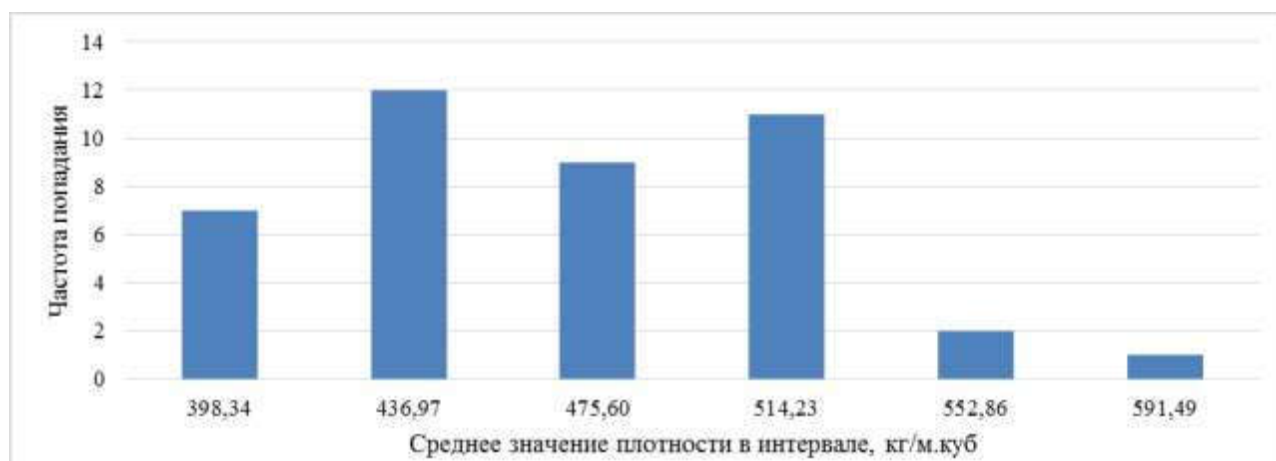


Рисунок 4 – Распределение значений плотности

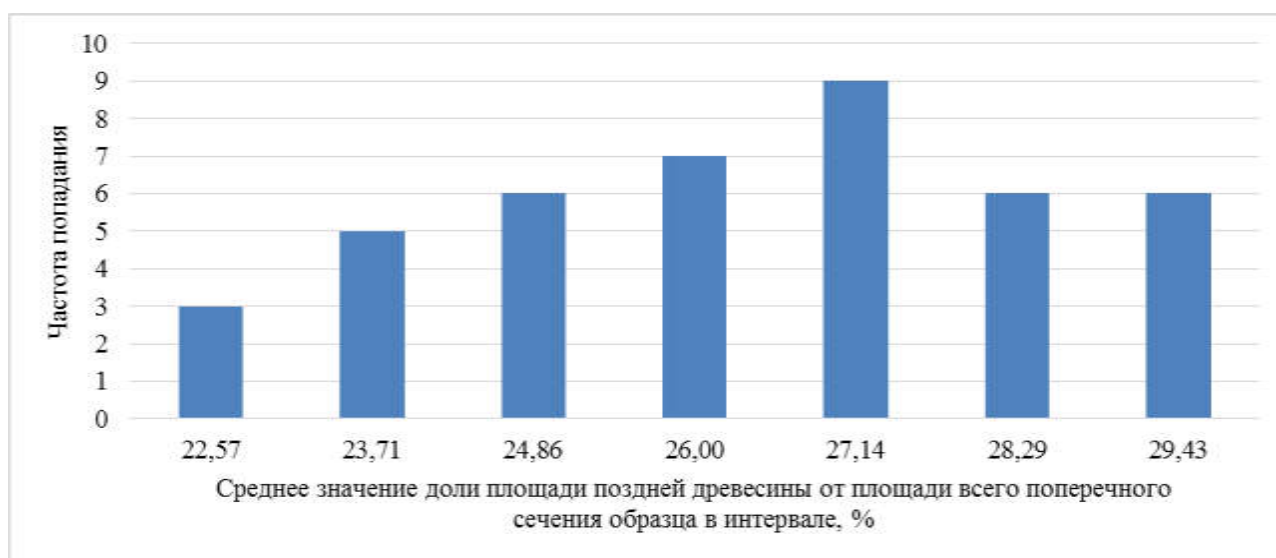


Рисунок 5 – Распределение значений доли поздней зоны древесины относительно всего образца, %.

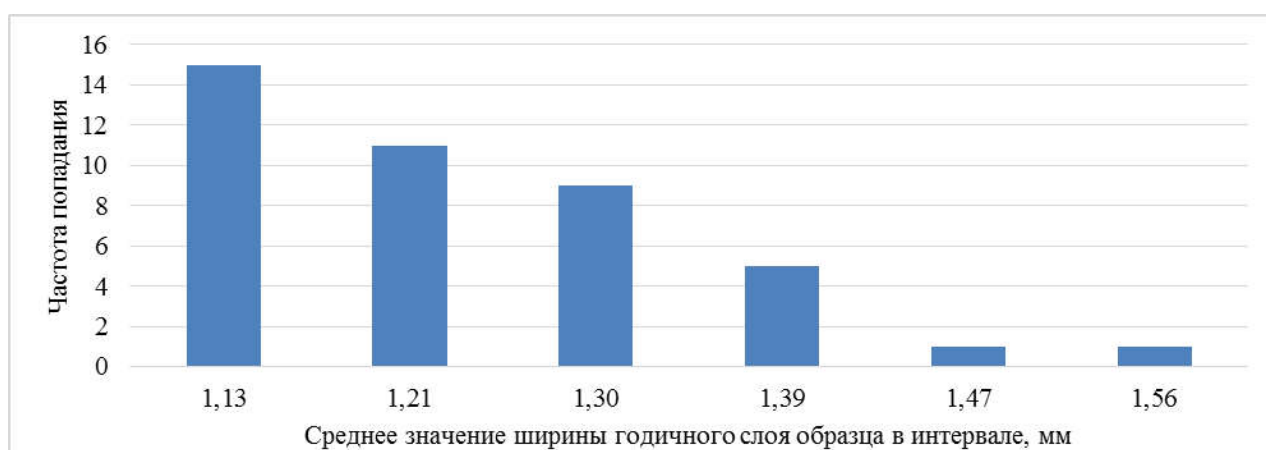


Рисунок 6 – Распределение значений средней ширины годичного слоя, мм

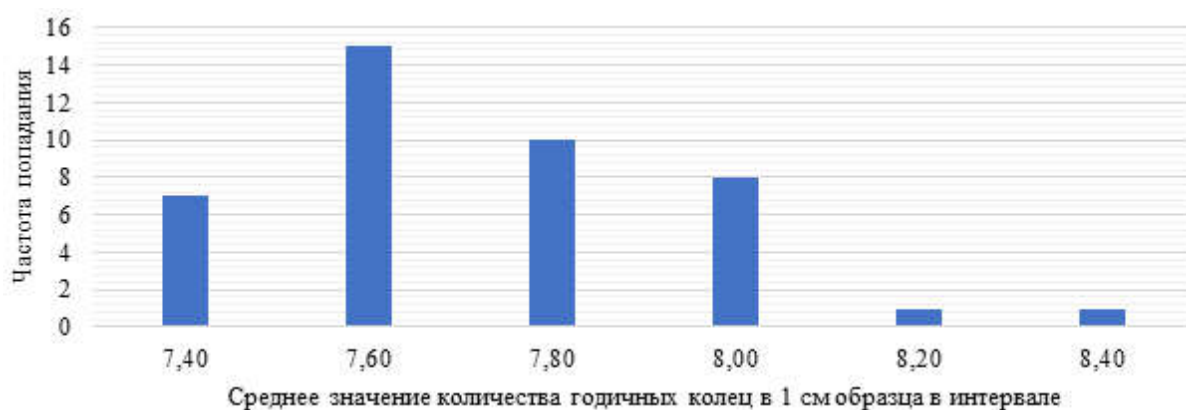


Рисунок 7 – Распределение значений количества годовых колец в 1 см исследуемого образца

По результатам полученных данных можно сделать вывод, что повышенные значения плотности исследуемых образцов из древесины пихты сибирской относительно справочных значений связаны с повышенным содержанием в её структуре поздней древесины. Это даёт основание полагать, что увеличение плотности древесины пихты сибирской, произрастающей в данном районе, вызвано элементами её биологического строения.

Список литературы

1. Барыкина Р.П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина. – М: МГУ, 2004. – 312 с.
2. Бордонос Т.Г. Судебнобиологическая экспертиза мелких частиц древесины. Методическое пособие для судебных экспертов / Т.Г. Бордонос, Д.С. Рудич. – Киев, 1970. – 84 с.
3. Боровиков А.М. Справочник по древесине: Справочник / А.М. Боровиков, Б.Н. Уголев. – М: Лесн. пром-сть, 1989. – 296 с.
4. Аксёнов П.А. Особенности плотностных характеристик древесины пихты сибирской / П.А. Аксёнов, Н.В. Куликова, И.Д. Седрисев // Сборник тезисов конференции Леса России: политика, промышленность, наука, образование, 2025.
5. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения – учебн. для лесотехнических ВУЗов / Б.Н. Уголев. – М: МГУЛ, 2007. – 351 с.
6. Яценко-Хмелевский А.А. Основы и методы анатомического исследования древесины / А.А. Яценко-Хмелевский. – М-Л.: Изд. АН СССР, 1954. – 335 с.
7. Ruffinatto F. Atlas of macroscopic wood identification with a special focus on timbers used in Europe and CITES-listed species. / F. Ruffinatto, A. Crivellaro – Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland, 2019. – 439 p.

References

1. Barykina R.P. Handbook of Botanical Microtechnics. Fundamentals and Methods / R.P. Barykina. – Moscow: Moscow State University, 2004. – 312 p.

2. Bordonos T.G. Forensic Biological Examination of Small Wood Particles. Methodological Manual for Forensic Experts / T.G. Bordonos, D.S. Rudich. – Kyiv, 1970. – 84 p.
3. Borovikov A.M. Handbook of Wood: Handbook / A.M. Borovikov, B.N. Ugolev. – Moscow: Lesn. prom-st, 1989. – 296 p.
4. Aksenov P.A. Features of the density characteristics of the siberian fir wood / P.A. Aksenov, N.V. Kulikova, I.D. Sedrisev // Collection of abstracts of the conference Forests of russia: politics, industry, science, education, 2025.
5. Ugolev B.N. Wood Science with the Basics of Forest Commodity Science - a textbook for forestry universities / B.N. Ugolev. – Moscow: MGUL, 2007. – 351 p.
6. Yatsenko-Khmelevsky A.A. Fundamentals and methods of anatomical study of wood / A.A. Yatsenko-Khmelevsky. – Moscow-Leningrad: Publ. of the USSR Academy of Sciences, 1954. – 335 p.
7. Ruffinatto F. Atlas of macroscopic wood identification with a special focus on timbers used in Europe and CITES-listed species / F. Ruffinatto, A. Crivellaro. – Springer Nature Switzerland AG, Cham, Switzerland, 2019, 439 p.