

УДК 581.524.346

ТЮКАВИНА Ольга Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экологии и защиты леса лесотехнического института Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 40 научных публикаций

СКОРОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВУКОВОГО ИМПУЛЬСА В ДРЕВЕСИНЕ СОСНЫ

Эффективным методом оценки качества древесины является использование устройства «Арботом». Применение акустической томографии для анализа состояния внутренней структуры деревьев требует создания шкал скоростей распространения звука в древесине различных пород деревьев. В статье анализируется скорость прохождения звукового импульса в древесине сосны при различных условиях произрастания. Определены диапазоны скорости прохождения звука в здоровой древесине – от 1400 до 2000 м/с, для древесины сосны на болоте – от 2000 до 2600 м/с. Скорость звуковых импульсов в древесине сосны, произрастающей на почвах со сходным водным режимом, не имеет достоверных различий. На всех пробных площадях не установлено достоверной корреляционной связи скорости прохождения звука в древесине и морфометрических показателей, возраста дерева.

Выявлены особенности использования «Арботома». Для оценки качества древесины рекомендуется не учитывать показания последовательно соединенных сенсоров. «Арботом» не выявляет формирование гнили в древесине на начальных стадиях.

Ключевые слова: акустическая томография, качество древесины, сосна, скорость прохождения звуковых импульсов.

Введение. Оценка качества и определение дефектов древесины имеют важное значение в лесной отрасли. Изучением качественных характеристик древесины занимались многие ученые [4–7, 9–12]. До сих пор не выработана методика быстрого, точного и простого способа определения состояния дерева и качества древесины. Исследования по данному направ-

лению актуальны и вызывают интерес у ученых разных стран.

В настоящее время для оценки состояния деревьев применяются различные методы и устройства. Они подразделяются на сильно повреждающие (приростной бурав, резистограф), слабо повреждающие («Арботом», «Пикус» – звуковая томография), не внедряющиеся в

ствол дерева (компьютерная томография, термография) [13–15, 18, 22, 26]. Акустическая томография является одной из эффективных технологий для выявления внутренних дефектов древесины [16, 17, 19, 21, 24, 28].

Большинство исследований связано с выявлением зон деструкции в древесине. Однако для сосны как хозяйственно ценной породы очень важен дифференцированный подход к использованию древесного сырья, основанный на качественных характеристиках древесины [7, 20], который приведет к экономии лесных ресурсов и повысит рыночную конкурентоспособность древесного сырья и продукции. Для применения акустической томографии в оценке качественных характеристик древесины необходимо создание шкал скоростей распространения звука в древесине, произрастающей в различных условиях. Поэтому цель исследования – определение скорости прохождения звукового импульса в древесине сосны в различных условиях произрастания.

Методы исследования. Объектами исследований являлись чистые или с небольшой примесью березы и ели сосновые насаждения Архангельского лесничества. Пять пробных площадей (ПП) были заложены по общепринятым методикам¹ [1, 7]. Стадию дигрессии на пробной площади определяли по методике Н.С. Казанской [3]. Для определения скорости прохождения звукового импульса подобраны 15 модельных деревьев пропорционально представленности по ступеням толщины. У каждого исследуемого дерева определялась высота, диаметр, высота кроны, диаметр кроны, класс Крафта, категория состояния.

Для изучения скорости прохождения звукового импульса в древесине сосны использовали импульсный томограф «Арботом».

Принцип его действия основан на измерении времени прохождения звуковых импульсов. В качестве излучателей и приемников в приборе «Арботом» используются закрепляемые с внешней стороны ствола многофункциональные сенсоры. Специальное программное обеспечение рассчитывает измеряемые параметры и представляет их на мониторе в виде цветного графического изображения [23, 25]. Сенсоры закреплялись на высоте 1,3 м и у шейки корня.

Точность графических построений зависит от количества сенсоров. Ванг с соавторами [16, с. 225] рекомендуют использовать при диаметре деревьев от 20 до 40 см не менее 12 сенсоров для выявления точных размеров и границ участков деструкции в поперечном сечении дерева: 6 сенсоров дают информацию о наличии дефекта в древесине, 10 сенсоров указывают местоположение деструкции. При исследованиях расстояние между сенсорами составляло примерно 10 см. При диаметре дерева до 20 см использовали 6 сенсоров, от 20 см до 30 см – 8 сенсоров, при диаметре более 35 см – 10 сенсоров. Для определения качественных характеристик древесины такого количества сенсоров достаточно, т. к. графическое изображение четкое, наличие включений, дефектов в древесине просматривается и можно получить достаточное количество данных для проведения статистической обработки. Согласно Руководству по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга² определяли степень ослабления насаждения.

Результаты и обсуждение. Все исследуемые насаждения (*табл. 1*) относятся к категории здоровых за исключением рядовых посадок сосны и сосняка черничного III стадии дигрессии.

¹ Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга: приложение 1 к Приказу Федерального агентства лесного хозяйства «Об утверждении методических документов» № 523 от 29 декабря 2007 года.

² Руководство по проектированию, организации и ведению лесопатологического мониторинга: приложение 1 к Приказу Федерального агентства лесного хозяйства «Об утверждении методических документов» № 523 от 29 декабря 2007 года.

ХАРАКТЕРИСТИКА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

№ ПП	Тип леса	Высота деревьев, м	Диаметр деревьев, см	Возраст, лет	Относительная полнота	Стадия дигрессии
1	Сосняк черничный	22	23	105	0,70	I
2	Сосняк черничный	22	24	110	0,57	III
3	Рядовые посадки сосны в городе	9	20	38	3x2 м*	–
4	Сосняк кустарничково-сфагновый осушенный	16	18	71	0,65	I
5	Сосна по верховому болоту	10	15	123	0,30	I

Примечание: * – указано расстояние между рядами и шаг посадки.

Практически все сосны в рядовых посадках имеют вторую категорию состояния. Индекс состояния насаждения в сосняке черничном I стадии дигрессии составляет 1,3; в сосняке черничном III стадии дигрессии – 1,6; в городских посадках сосны – 1,9; в сосняке кустарничково-сфагновом осушенном – 1; у сосны по болоту – 1,1.

Если выстроить ряд по степени угнетенности деревьев сосны в разных условиях произрастания, то, за исключением сосны, произрастающей на болоте, отмечается тенденция

увеличения скорости прохождения звука в более благоприятных условиях (табл. 2). Так, наиболее благоприятным условиям произрастания сосны соответствует сосняк черничный I стадии дигрессии. Менее благоприятными условиями для роста сосны характеризуется сосняк черничный III стадии дигрессии. Это связано с уплотнением грунта, плохой пористостью почв, механическими повреждениями стволов, корней. Наиболее угнетены деревья, произрастающие в городе. Здесь к вышеперечисленным факторам присоединяется негативное воздействие

СКОРОСТЬ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ИМПУЛЬСОВ В ДРЕВЕСИНЕ СОСНЫ, м/с

Показатели	Тип леса				
	Сосна по болоту	Сосняк кустарничково-сфагновый осушенный	Сосняк черничный I стадии дигрессии	Сосняк черничный III стадии дигрессии	Рядовые посадки сосны в городе
На высоте 1,3 м	1793±78	1418±31	1447±33	1382±28	1348±49
У шейки корня	1682±44	1396±29	1396±40	1410±25	1156±50
Достоверность различия	1,2	0,5	1,0	0,7	2,7

тяжелых металлов, серной кислоты в почве, вредных газов, золы, сажи, пыли в воздухе.

Скорость звуковых импульсов в древесине сосны, произрастающей на почвах со сходным водным режимом (ПП 1 – ПП 4), достоверно не различается (табл. 3). Только скорость прохождения звука в древесине сосны на болоте характеризуется максимальными значениями и достоверно отличается от других пробных площадей на 19–25 % на высоте ствола 1,3 м, на 16–31 % – у шейки корня.

Отмечается тенденция к уменьшению скорости звука в древесине сосны на уровне шейки корня дерева (табл. 2). Однако достоверно различие данных показателей только у сосны в рядовых посадках на набережной городе.

Измерения «Арботомом» проводились на высоте 1,3 м и на уровне шейки корня для того, чтобы выявить корневые и стволовые гнили. Равномерная окраска поперечного сечения дерева на графике «Арботома» указывает на однородную структуру древесины, а следовательно, является показателем ее качества и здоровья дерева. Для всех деревьев характерна относительно равномерная окраска поперечного сечения ствола, что говорит об отсутствии признаков грибных болезней. Однако у некото-

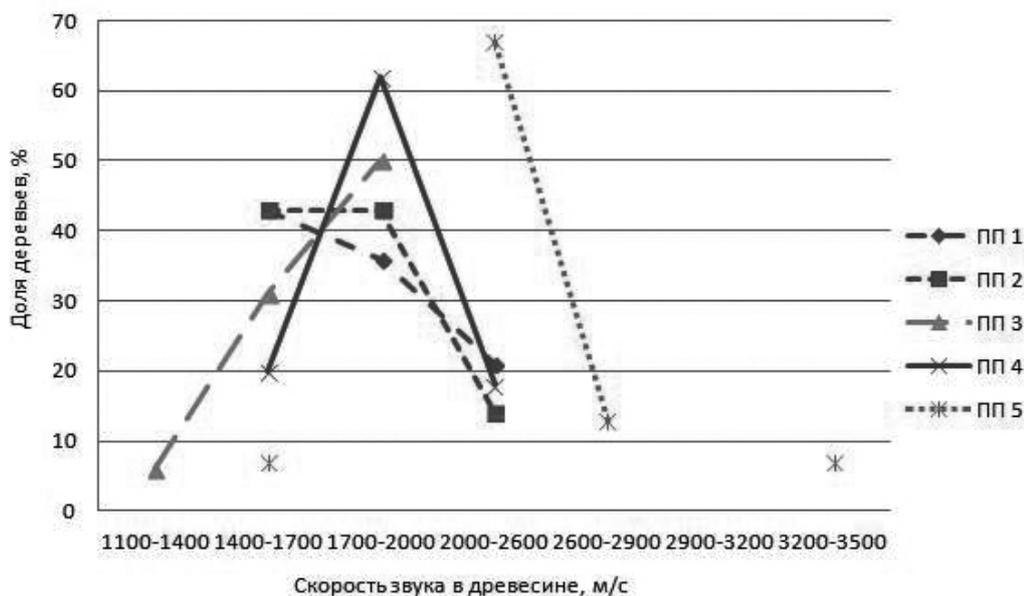
рых деревьев на кернах присутствуют участки деструкции древесины. Единично отмечалась гниль у сосны, произрастающей в городе и на болоте. Наибольшее количество деревьев (26 %), пораженных грибом, выявлено в сосняке черничном III стадии дигрессии. Во всех случаях отмечается первая стадия развития гнили. Засмоление участков древесины сосны встречается единично на каждой пробной площади. Скорость прохождения звука в участках древесины, пораженной грибом, не отличалась или незначительно отличалась от скорости на участках здоровой древесины. Следовательно, «Арботом» не фиксирует начальные стадии формирования гнили. Это объясняется тем, что на начальном этапе развития грибницы происходит окрашивание древесины, но ее физико-механические свойства не изменяются.

Диапазон изменения средней скорости прохождения звука в древесине сосны на пробных площадях составляет от 1207 до 1606 м/с. Только в древесине сосны, произрастающей на болоте, средние значения данного показателя имеют больший диапазон – от 1175 до 2427 м/с. Максимальная скорость прохождения звукового импульса составляет 3970 м/с,

Таблица 3

**ДОСТОВЕРНОСТЬ РАЗЛИЧИЯ СКОРОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ЗВУКОВЫХ ИМПУЛЬСОВ
В ДРЕВСИНЕ СОСНЫ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗРАСТАНИЯ**

Условия произрастания	Сосна по болоту	Сосняк кустарничково-сфагновый осушенный	Сосняк черничный I стадии дигрессии	Сосняк черничный III стадии дигрессии	Рядовые посадки сосны в городе
Сосна по болоту	–	4,5	4,1	5,0	4,8
Сосняк кустарничково-сфагновый осушенный	4,5	–	0,6	0,9	1,2
Сосняк черничный I стадии дигрессии	4,1	0,6	–	1,5	1,7
Сосняк черничный III стадии дигрессии	5,0	0,9	1,5	–	0,6
Рядовые посадки сосны в городе	4,8	1,2	1,7	0,6	–



Встречаемость доминирующих скоростей звукового импульса в поперечном сечении ствола сосны

она отмечена между одной парой сенсоров, зафиксированных на уровне шейки корня сосны на болоте. Следовательно, можно считать данное значение предельным для сосны.

При обследовании 50 % деревьев отмечалась скорость прохождения звука около 200 м/с. Безусловно, это должно указывать на наличие гнили, или сучка, или внутренних полостей. Однако окраска на 2D-изображении равномерная. Это связано с тем, что на обратном пути скорость звука высокая. Чаще всего минимальные значения скорости отмечаются между соседними сенсорами. Захватываемая область составляет наружные 2 см заболони. Здесь же могут отмечаться и максимальные значения. Это можно объяснить тем, что в периферийной зоне древесины встречаются сучки, механические повреждения. Поэтому при использовании значений скорости для оценки качества древесины не следует учитывать показания последовательно соединенных сенсоров. Разница между первоначальными и поправленными средними скоростями может

достигать 9 %. Кроме этого, скорость прохождения звуковых импульсов между соседними сенсорами не фиксируется, если отмечаются внешние повреждения ствола (механические повреждения, морозобойные трещины).

Если принять единично встречаемые, малораспространенные и не подтвержденные скорости звукового импульса дерева за случайные, то наиболее часто встречаемые значения данного показателя и по площади поперечного сечения, и среди деревьев будут находиться в диапазоне 1400–2000 м/с (см. рисунок). Наибольшее количество деревьев на болоте характеризуется диапазоном доминирующих значений скоростей звукового импульса 2000–2600 м/с. Следовательно, данные диапазоны скоростей звука в здоровой древесине сосны можно считать стандартными для исследуемых условий. Отклонения от них будут отражать изменения условий произрастания или особенности конкретных деревьев.

Разные значения скоростей прохождения звука в древесине дерева связаны с состоянием

дерева, его социальным положением. Так, максимальный диапазон скоростей звука в древесине одного из деревьев составляет 2770 м/с (от 260 до 3030 м/с), коэффициент изменчивости – 33 %. Данное дерево относится к 3-му классу Крафта. У здоровых не угнетенных деревьев коэффициент изменчивости – 8–10, т. е. скорость прохождения звуковых импульсов относительно равномерна по всему поперечному сечению ствола; диапазон вариации скоростей звука в поперечном сечении дерева – около 700 м/с.

На всех пробных площадях не установлено достоверной корреляционной связи между скоростью прохождения звука в древесине и морфометрическими показателями, возрастом дерева.

Выводы:

1. Показатели скорости прохождения звука в древесине сосны, произрастающей на болоте,

характеризуются максимальными значениями и достоверно отличаются от показателей, полученных при обследовании деревьев на других пробных площадях, на 19–25 % на высоте ствола 1,3 м, на 16–31 % – у шейки корня.

2. «Арботом» не фиксирует начальные стадии формирования гнили в древесине.

3. Для древесины сосны максимальная скорость прохождения звукового импульса – 3970 м/с.

4. Для здоровой древесины сосны характерна скорость звука от 1400 до 2000 м/с; для древесины сосны, произрастающей на болоте, – от 2000 до 2600 м/с.

5. Не установлено достоверной корреляционной связи между скоростью прохождения звука в древесине и морфометрическими показателями, возрастом дерева.

Список литературы

1. ГОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустроительные. Метод закладки. Введ. 1984-01-01. М., 1984. 60 с.
2. Гусев И.И., Калинин В.И. Лесная таксация: учеб. пособие к проведению полевой практики. Л., 1988. 61 с.
3. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса. М., 1977. 96 с.
4. Кистерная М.В. Изменение анатомического строения древесины сосны под влиянием лесохозяйственных мероприятий // Лесн. журн. 2007. № 4. С. 19–24.
5. Козлов В.А., Кистерная М.В., Неронова Я.А. Влияние лесохозяйственных мероприятий на плотность и химический состав древесины сосны обыкновенной // Лесн. журн. 2009. № 6. С. 7–13.
6. Мелехов В.И., Бабич Н.А., Корчагов С.А. Качество древесины сосны в культурах: моногр. Архангельск, 2003. 110 с.
7. Полубояринов О.И. Плотность древесины: моногр. М., 1976. 160 с.
8. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М., 1961.
9. Тюкавина О.Н. К вопросу о плотности древесины // Экологические проблемы Арктики и северных территорий: межвуз. сб. науч. тр. Архангельск, 2013. Вып. 16. С. 177–178.
10. Тюкавина О.Н. Строение древесины сосны в сосняках кустарничково-сфагновых осушенных // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. материалов всерос. конф.: Четвертые Мелеховские научные чтения, посвященные 105-летию со дня рождения И.С. Мелехова (Архангельск, 10–12 ноября 2010 г.). Архангельск, 2010. С. 122–125.
11. Чибисов Г.А., Москалева С.А. Качество древесины ельников, формирующихся после выборочных рубок // Лесн. журн. 2000. № 4. С. 26–31.
12. Щекалев Р.В., Тарханов С.Н. Радиальный прирост и качество древесины сосны обыкновенной в условиях атмосферного загрязнения: моногр. Екатеринбург, 2006. 127 с.
13. Viscor V. Nondestructive Characterization and Imaging of Wood. Berlin, 2003.
14. Catena A. Thermography Reveals Hidden Tree Decay // Arboricultural J. 2003. № 27. P. 27–42.
15. Deflorio G., Fink S., Schwarze F.W.M.R. Detection of Incipient Decay in Tree Stems with Sonic Tomography After Wounding and Fungal Inoculation // Wood Sci Technol. 2008. № 42. P. 117–132.
16. Effect of Sensor Quantity on Measurement Accuracy of Log Inner Defects by Using Stress Wave / L. Wang, H. Xu, C. Zhou, L. Li, X. Yang // J. of Forestry Research. 2007. № 18(3). P. 221–225.

17. Liang S., Fu F. Relationship Analysis Between Tomograms and Hardness Maps in Determining Internal Defects in Euphrates Poplar // *Wood Research*. 2012. № 57(2). P. 221–230.
18. Lonsdale D. Principles of Tree Hazard Assessment and Management. London, 1999.
19. Luo J., Yang X. Study on the Correlation Between Mechanical Characteristics and Nondestructive Testing of Stress Wave in Larch Logs // *Advanced Materials Research*. 2012. Vols. 433–440. P. 2135–2141.
20. Radiata Pine Wood Density // *Information Bulletin* № 2. June 2003.
21. Repola J. Models for Vertical Wood Density of Scots Pine, Norway Spruce and Birch Stems, and Their Application to Determine Average Wood Density // *Silva Fennica*. 2006. № 40(4). P. 673–685.
22. Rinn F. Technische Grundlagen der Impuls-Tomographie // *Baumzeitung*. 2003. № 8. P. 29–31.
23. Ross R.J., Pellerin R.F. Nondestructive Testing for Assessing Wood Members in Structures: A Review. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-70. Madison, WI, 1994. 40 p.
24. Rust S., Göcke L. PICUS Sonic Tomograph – A New Device for Nondestructive Timber Testing // *International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture* / Eds. G.F. Backhaus, H. Balder, E. Idczak. Braunschweig, 2000.
25. Sandoz J.L., Benoit Y., Demay L. Wood Testing Using Acousto-Ultrasonic // *Proceedings of the 12th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood*, 13–15 September 2000, University of Western Hungary, Sopron, Hungary / University of Western Hungary. [S. 1.], 2000. P. 97–104.
26. Schwarze F.W.M.R., Fink S. Ermittlung der Holzersetzung am lebenden Baum // *Neue Landshaft*. 1994. № 39. S. 182–193.

References

1. GOST 56-69-83. *Ploshchadi probnye lesoustroitel'nye. Metod zakladki* [State Standard 16128-70. Trial Forest Management Areas. Establishment Method]. Moscow, 1984. 60 p.
2. Gusev I.I., Kalinin V.I. *Lesnaya taksatsiya* [Forest Inventory]. Leningrad, 1988. 61 p.
3. Kazanskaya N.S., Lanina V.V., Marfenin N.N. *Rekreatsionnye lesa* [Recreational Forests]. Moscow, 1977. 96 p.
4. Kisternaya M.V. Izmenenie anatomicheskogo stroeniya drevesiny sosny pod vliyaniem lesokhozyaystvennykh meropriyatii [Change of Anatomic Structure of Pine Timber Under Influence of Forest Management Measures]. *Lesnoy zhurnal*, 2007, no. 4, pp. 19–24.
5. Kozlov V.A., Kisternaya M.V., Neronova Ya.A. Vliyanie lesokhozyaystvennykh meropriyatii na plotnost' i khimicheskiy sostav drevesiny sosny obyknovennoy [Influence of Forestry Measures on Density and Chemical Wood Composition of Scotch Pine]. *Lesnoy zhurnal*, 2009, no. 6, pp. 7–13.
6. Melekhov V.I., Babich N.A., Korchagov S.A. *Kachestvo drevesiny sosny v kul'tu-rakh* [Quality of Pine Wood in Stands]. Arkhangelsk, 2003. 110 p.
7. Poluboyarinov O.I. *Plotnost' drevesiny* [Wood Density]. Moscow, 1976. 160 p.
8. Sukachev V.N., Zonn S.V. *Metodicheskie ukazaniya k izucheniyu tipov lesa* [Methodological Guidelines for Studying Forest Types]. Moscow, 1961.
9. Tyukavina O.N. K voprosu o plotnosti drevesiny [On Wood Density]. *Ekologicheskie problemy Arktiki i severnykh territoriy: mezhvuz. sb. nauch. tr.* [Ecological Problems in the Arctic and on Northern Territories: Interuniversity Collected Papers]. Arkhangelsk, 2013. Iss 16, pp. 177–178.
10. Tyukavina O.N. Stroenie drevesiny sosny v sosnyakh kustarnichkovo-sfagnovykh osushennykh [The Structure of Pine Wood in Drained Shrub-Sphagnum Pine Forests]. *Problemy lesovedeniya i lesovodstva: sb. materialov Vseros. konf.: Chetvertye Melekhovskie nauchnye chteniya, posvyashchennye 105-letiyu so dnya rozhdeniya I.S. Melekhova* [Problems of Silviculture: Proc. All-Russian. Conf.: 4th Melekhov Sci. Readings dedicated to the 105th anniversary of I.S. Melekhov]. Arkhangelsk, 10–12 November 2010. Arkhangelsk, 2010, pp. 122–125.
11. Chibisov G.A., Moskaleva S.A. *Kachestvo drevesiny el'nikov, formiruyushchikhsya posle vyborochnykh rubok* [Quality of Spruce Wood in Forests Formed After Selective Cutting]. *Lesnoy zhurnal*, 2000, no. 4, pp. 26–31.
12. Shchekalev R.V., Tarkhanov S.N. *Radial'nyy prirost i kachestvo drevesiny sosny obyknovennoy v usloviyakh atmosfernogo zagryazneniya* [Radial Growth and Wood Quality of Scots Pine Under Air Pollution]. Yekaterinburg, 2006. 127 p.
13. Bucur V. *Nondestructive Characterization and Imaging of Wood*. Berlin, 2003.

14. Catena A. Thermography Reveals Hidden Tree Decay. *Arboricultural Journal*, 2003, no. 27, pp. 27–42.
15. Deflorio G., Fink S., Schwarze F.W.M.R. Detection of Incipient Decay in Tree Stems with Sonic Tomography After Wounding and Fungal Inoculation. *Wood Sci. Technol.*, 2008, no. 42, pp. 117–132.
16. Wang L., Xu H., Zhou C., Li L., Yang X. Effect of Sensor Quantity on Measurement Accuracy of Log Inner Defects by Using Stress Wave. *Journal of Forestry Research*, 2007, no. 18 (3), pp. 221–225.
17. Liang S., Fu F. Relationship Analysis Between Tomograms and Hardness Maps in Determining Internal Defects in Euphrates Poplar. *Wood Research*, 2012, no. 57 (2), pp. 221–230.
18. Lonsdale D. *Principles of Tree Hazard Assessment and Management*. London, 1999.
19. Luo J., Yang X. Study on the Correlation Between Mechanical Characteristics and Nondestructive Testing of Stress Wave in Larch Logs. *Advanced Materials Research*, 2012, vols. 433–440, pp. 2135–2141.
20. Radiata Pine Wood Density. *Information Bulletin no 2*. June 2003.
21. Repola J. Models for Vertical Wood Density of Scots Pine, Norway Spruce and Birch Stems, and Their Application to Determine Average Wood Density. *Silva Fennica*, 2006, no. 40 (4), pp. 673–685.
22. Rinn F. Technische Grundlagen der Impuls-Tomographie. *Baumzeitung*, 2003, no. 8, pp. 29–31.
23. Ross R.J., Pellerin R.F. *Nondestructive Testing for Assessing Wood Members in Structures: A Review*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-70. Madison, WI, 1994. 40 p.
24. Rust S., Göcke L. PICUS Sonic Tomograph – A New Device for Nondestructive Timber Testing. *International Symposium on Plant Health in Urban Horticulture*. Braunschweig, 2000.
25. Sandoz J.L., Benoit Y., Demay L. Wood Testing Using Acousto-Ultrasonic. *Proceedings of the 12th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood*. 13–15 September 2000, University of Western Hungary, Sopron, Hungary. 2000, pp. 97–104.
26. Schwarze F.W.M.R., Fink S. Ermittlung der Holzersetzung am lebenden Baum. *Neue Landshaft*, 1994, no. 39, pp. 182–193.

Tyukavina Olga Nikolaevna

Forestry Engineering Institute, Northern (Arctic)
Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangelsk, Russia)

SPEED OF SOUND IMPULSE PROPAGATION IN PINE WOOD

The quality of wood can be effectively assessed using Arbotom impulse tomography unit. In order to apply acoustic tomography for tree structure analysis one needs to create speed of sound propagation scales for various wood species. The paper analyzes the speed of sound impulse propagation in pine wood under various growing conditions. We found that in healthy wood the speed ranges from 1,400 to 2,000 m/s and in pine wood growing on marshes – from 2,000 to 2,600 m/s. Pine wood growing on soils with similar water regime showed no significant differences in the speed of sound impulses. No significant correlation was found between the speed of sound propagation in the wood and its morphometric parameters or age of the tree on either of the test areas.

In addition, we singled out some peculiarities of the use of Arbotom unit and found that it fails to reveal wood decay in its initial stages. To assess the quality of wood we recommend ignoring the indications of series-connected sensors.

Keywords: *acoustic tomography, quality of wood, pine, speed of sound impulse propagation.*

Контактная информация:

адрес: 163002, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, 17;
e-mail: tyukavina@agtu.ru

Рецензент – *Беляев В.В.*, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры географии и геоэкологии института естественных наук и биомедицины Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова