

ИМПУЛЬСНО-ТОМОГРАФИЯ ДИАГНОСТИКА СТВОЛОВ
В ГОРОДСКИХ УСЛОВИЯХ НА ПРИМЕРЕ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ

I.K. Latukhina, N.A. Babich,
A.M. Antonov, N.O. Pastukhova

THE IMPULSE-TOMOGRAPHY DIAGNOSTICS OF TREE TRUNKS IN CITY CONDITIONS
ON THE EXAMPLE OF FINE-LEAVED LINDEN

Латухина И.К. – асп. каф. ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Бабич Н.А. – д-р с.-х. наук, проф. каф. ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Антонов А.М. – канд. с.-х. наук, доц. каф. ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Пастухова Н.О. – асп. каф. ландшафтной архитектуры и искусственных лесов Северного (Арктического) федерального университета им. М.В. Ломоносова, г. Архангельск. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Latukhina I.K. – Post-Graduate Student, Chair of Landscape Architecture and Artificial Woods, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: irishka-latuhina@mail.

Babich N.A. – Dr. Agr. Sci., Prof., Chair of Landscape Architecture and Artificial Woods, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Antonov A.M. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Landscape Architecture and Artificial Woods, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Pastukhova N.O. – Post-Graduate Student, Chair of Landscape Architecture and Artificial Woods, Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov, Arkhangelsk. E-mail: irishka-latuhina@mail.ru

Липа мелколистная (Tilia cordata Mill.) является ценной декоративной породой для озеленения городов и населенных пунктов, и в частности, находит широкое применение в условиях г. Архангельска. Цель исследования – проведение диагностики стволов липы мелколистной на наличие гнили с помощью импульсного томографа ARBOTOM марки AT5-P (Арботом, профессиональная версия). Выявлены плюсы и минусы данного способа диагностики стволов. Проведены исследования липы в условиях северной подзоны тайги на примере г. Архангельска. Для анализа было исследовано 13 различных по внешним признакам экземпляров. Диагностика стволов проводилась с помощью импульсного томографа ARBOTOM. Производить работу с ним можно только на

живых деревьях. Диагностика проводится с помощью сенсоров, закрепляемых с внешней стороны ствола. Высота, на которой получали данные о наличии гнили, равна 1 м. Измеряли мерной лентой диаметр ствола, делили на равные сектора и в каждую часть сектора забивали гвоздь, на каждый гвоздь закрепляли датчики – сенсоры и активизировали в программе необходимые позиции для анализа поступающей информации. Подключали к первому сенсору аккумуляторный модуль, а остальные сенсоры соединяли последовательно друг с другом прилагаемыми кабелями. Запускали программу и легко постукивали по каждому сенсору молоточком. Датчики определяли скорость прохождения звука через дерево в разных направлениях. По результатам этих

данных строится модель древесного ствола по плотности древесины. Информация о состоянии дерева поступала на монитор в виде цветного графического изображения. Измерения проводились двухмерные. Было выявлено, что среди всех экземпляров лишь один представляет угрозу, гниль распространилась на 80 % и его необходимо удалить. У всех остальных замечен лишь небольшой процент деструкции древесины, угрозы они не представляют, но во избежание опасных ситуаций стоит обратить на них внимание и проводить анализ хотя бы раз в год.

Ключевые слова: диагностика стволов, липа мелколистная, ARBOTOM, деструкция, древесина.

Fine-leaved linden (Tilia cordata Mill.) is valuable decorative sort for gardening of the cities and settlements, and in particular, finds broad application in the conditions of Arkhangelsk. The research objective was carrying out diagnostics of trunks of a linden of decay, live fine-leaved linden, by means of the pulse ARBOTOM tomograph of the AT5-P brand (Arbotom, the professional version). Pluses and minuses of this way of diagnostics of trunks were revealed. Researches of a linden in the conditions of northern subband of taiga on the example of Arkhangelsk were conducted. For the analysis 13 copies were investigated, various on external signs. Diagnostics of trunks was carried out by means of the pulse ARBOTOM tomograph. It was possible to perform work with it only on live trees. Diagnostics was carried out by means of the sensors fixed from outer side of a trunk. The height at which the data on decay availability were obtained, was equal to 1 m. Measured by a measured tape diameter of a trunk, divided into equal sectors and hammered into each part of sector, on each fixed sensors, and made active in the program necessary positions for the analysis of achieved information. The accumulator module was connected to the first sensor, and other sensors were connected consistently with each other by enclosed cables. The program started and easily tapped on each sensor with a hammer. Sensors determined the speed of passing of a sound through a tree diversely. By the results of these data the model of a wood trunk on wood density was under construc-

tion. The information on the condition of a tree arrived on the monitor in the form of a color graphic representation. Two-dimensional measurements were taken. It was revealed that among all copies only one posed threat, decay spread for 80 % and it needed to be removed. At all others only the small percent of destruction of wood was noticed, they did not pose threat, but in order to avoid dangerous situations it was worth paying attention to them and to carry out the analysis at least once a year.

Keywords: diagnostics of trunks, fine-leaved linden, ARBOTOM, destruction, timber.

Введение. Среди множества негативных факторов, влияющих на состояние дерева, большую опасность представляют скрытые гнили, различные внутренние повреждения древесины. Такое дерево, внешне здоровое, теряет устойчивость и становится опасным для людей и окружающих построек.

Липа мелколистная представлена в г. Архангельске как интродуцент и используется в озеленении довольно часто. Внешнее состояние данной породы не вызывает никаких вопросов. Нам было важно узнать о состоянии ее древесины, наличии скрытой гнили.

В исследованиях по данному направлению существуют некоторые особенности [1, 2]. Например, ствольные и напенные гнили у деревьев на корню устанавливают визуальным осмотром, простукиваем на слух или извлечением кернов [3]. Однако определение наличия гнилей по внешним признакам требует квалифицированных специалистов – фитопатологов (энтомологов) [4].

Цель исследования: проведение диагностики стволов липы мелколистной на наличие гнили с помощью импульсного томографа ARBOTOM марки AT5-P (Арботом, профессиональная версия).

ARBOTOM – это специализированный инструмент, который дает детальную оценку характера деструкции древесины ствола по площади поперечного сечения на отдельно взятой высоте. Производить работу с ним можно только на живых деревьях.

Одним из достоинств этого аппарата является то, что при его использовании дерево не

повреждается и ему не причиняется вред. Если раньше устанавливали гниль вышеперечисленными способами, даже был предложен прибор для измерения гнили ультразвуковым просвечиванием, данные которого нужно было сравнивать в различных сечениях ствола для определения нахождения гнили, то сейчас достаточно одного замера на одной высоте.

Материалы и методика исследования. Диагностика проводится с помощью сенсоров, закрепляемых с внешней стороны ствола. Определяем высоту, на которой хотим узнать о наличии гнили, измеряем мерной лентой диаметр ствола, делим на равные сектора и в каждую часть сектора забиваем гвоздь (не глубоко, примерно на 1 см), на каждом гвозде закрепляем датчики – сенсоры и активизируем в программе необходимые позиции для анализа поступающей информации. Подключаем к первому сенсору аккумуляторный модуль, а остальные сенсоры соединяем последовательно друг с другом прилагаемыми кабелями. Запускаем программу и легко постукиваем по каждому сенсору молоточком. Датчики определяют скорость прохождения звука через дерево в разных направлениях. По результатам этих данных строится модель древесного ствола по плотности древесины.

Информация о состоянии дерева поступает на монитор в виде цветного графического изображения. Все внутренние повреждения, зоны распада и нарушения целостности древесины, а также механически отделенные части материала отображаются на экране в красном цвете, здоровая и неповрежденная древесина показана зеленым. Желтый цвет – зона начальной стадии образования гнили, оранжевая – зона, отображающая вторую стадию гниения.

При расчетах учитывается порода древесины. Измерения проводились двухмерные. В случае необходимости количество сенсоров может увеличиваться. Все измеряемые параметры и ступени оценки строго документируются.

Для анализа липы мелколистной было исследовано 13 различных по внешним признакам

экземпляров. Класс возраста IV. Были выбраны деревья как с хорошо развитой кроной, без малейших повреждений, так и с недоразвитой кроной; на нескольких экземплярах был выявлен липовый войлочный клещик – *Eriophyes tiliae* var. *liosoma* Nal.

Высота, на которой производились исследования, – 1 м, количество датчиков зависело от диаметра деревьев, в основном использовалось 4–5 сенсоров.

Шкалы или оценки состояния древесины в городских условиях с использованием импульсного томографа нами не встречено. Чтобы обрабатывать результаты полученных исследований, предложена шкала оценки состояния деревьев на наличие гнили.

Оценка состояния древесины проводилась по данным полученного рисунка:

– отличное – изображение зеленого цвета или с небольшой зоной желтого цвета (от 0 до 20 %);

– хорошее – на изображении доминирует зеленый цвет, но присутствует желтый и оранжевые цвета в небольших количествах (от 20,1 до 45 %);

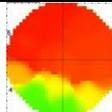
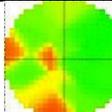
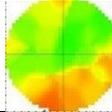
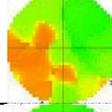
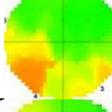
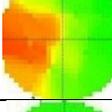
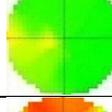
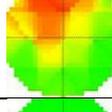
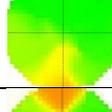
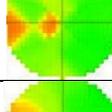
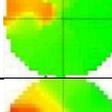
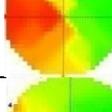
– удовлетворительное – большую часть изображения занимают оранжевые и желтые цвета, красный цвет лишь начинает появляться (от 45,1 до 55 %);

– плохое – доминируют оранжевые и красные цвета, такое дерево представляет собой опасность и подлежит удалению (от 55,1 % и более).

Результаты исследования и их обсуждение. Данные по каждому замеренному дереву приведены в таблице.

Данные таблицы свидетельствуют о том, что деревья с мягкой древесиной (к которым относится *Tilia cordata*) уже на ранних стадиях развития имеют нарушения метаболических процессов. Высокая насыщенность древесины пониженной плотности влагой неизбежно приводит к возникновению и развитию морозобойных трещин, последующему некрозу древесины и развитию дуплистости [5].

Соотношение зон и оценка состояния древесины липы мелколистной

№ п/п	Изображение	Диаметр ствола, см	S ствола в плоскости, см ²	Зона состояния древесины, $\frac{\text{см}^2}{\%}$				Процент деструкции древесины, %	Оценка состояния*
				зеленая	желтая	оранжевая	красная		
1		27,5	593,96	$\frac{103,2}{17,4}$	$\frac{116,1}{19,5}$	$\frac{38,7}{6,5}$	$\frac{335,96}{56,6}$	82,6	Пл.
2		31,5	779,31	$\frac{544,34}{69,8}$	$\frac{133,23}{17,1}$	$\frac{101,44}{13,1}$	-	30,2	Хор.
3		31,0	754,77	$\frac{478,03}{63,3}$	$\frac{98,0}{12,9}$	$\frac{178,74}{23,8}$	-	36,7	Хор.
4		30,0	706,86	$\frac{310,32}{43,9}$	$\frac{172,40}{24,4}$	$\frac{210,14}{31,7}$	-	56,1	Удовл.
5		25,5	490,87	$\frac{274,08}{55,8}$	$\frac{114,20}{23,3}$	$\frac{102,59}{20,9}$	-	44,2	Удовл.
6		21,5	413,87	$\frac{273,25}{68,0}$	$\frac{57,75}{13,1}$	$\frac{82,87}{18,9}$	-	32,0	Хор.
7		28,0	615,75	$\frac{457,62}{74,4}$	$\frac{158,13}{25,6}$	-	-	25,6	Хор.
8		23,5	433,74	$\frac{233,10}{53,7}$	$\frac{122,1}{28,1}$	$\frac{78,54}{18,2}$	-	46,3	Удовл.
9		25,0	490,87	$\frac{437,91}{89,2}$	$\frac{52,96}{10,8}$	-	-	10,8	Отл.
10		32,0	804,20	$\frac{568,4}{70,70}$	$\frac{118,2}{14,7}$	$\frac{117,6}{14,6}$	-	29,3	Хор.
11		28,0	615,75	$\frac{411,0}{66,7}$	$\frac{123,30}{20,0}$	$\frac{81,45}{13,3}$	-	33,3	Хор.
12		38,0	1134,11	$\frac{553,25}{48,8}$	$\frac{248,94}{21,9}$	$\frac{55,32}{4,8}$	$\frac{276,6}{24,5}$	51,2	Удовл.
13		26,5	510,12	$\frac{393,6}{77,2}$	$\frac{75,18}{14,7}$	$\frac{43,34}{9,1}$	-	23,8	Хор.

*Состояние: отл. – отличное, хор. – хорошее, удовл. – удовлетворительное, пл. – плохое.

Согласно таблице, оценку «отлично» получило дерево под порядковым номером 9, древесина этого экземпляра абсолютно здорова. Деревья под номерами 2, 3, 5, 6, 7, 10, 11 и 13 получили оценку «хорошо», у этих экземпляров замечено появление второй стадии деструкции древесины, поэтому стоит обратить на них внимание и отслеживать распространение измененной древесины во избежание опасных ситуаций. Экземпляр под номером 1 имеет плохое состояние – гниль распространилась более чем на 80 % от площади диаметра ствола. Это дерево необходимо срочно удалить, так как оно представляет угрозу, ведь при сильных порывах ветра оно может сломаться и нанести ущерб как постройкам, так и людям.

Выводы

1. Использование прибора ARBOTOM является эффективным способом определения наличия деструкции древесины.

2. Согласно оценке состояния древесины, у 37 % деревьев обнаружена гниль, у 63 % деревьев отмечается хорошее и отличное состояние древесины.

3. Данный метод позволяет сразу получить результат о состоянии древесины деревьев, экономит время и повышает точность проведения исследований, не требует дополнительной оценки квалифицированных специалистов.

4. Недостатком данного метода определения деструкции древесины является то, что ARBOTOM не способен точно определить формирование гнили на начальной стадии развития.

Литература

1. Агафонова А.Л. Влияние экологических факторов на рост и развитие липы мелко-

листной в г. Екатеринбурге: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2011. – 23 с.

2. Анучин Н.П. Лесная таксация. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960. – С. 379.

3. Закамский В.А., Севрюгин А.И. Приспособление для определения времени распространения УЗК через ствол дерева // Современные проблемы древесиноведения. – Йошкар-Ола: Изд-во МарГТУ, 1996. – С. 62–63.

4. Закамский В.А. Ультразвуковая диагностика стволов деревьев на наличие гнилей // Лесной журнал. – 2006. – № 6. – С. 21–25.

5. Яссин М., Яссин С. Оценка состояния почв и растительности в исторических садах Санкт-Петербурга и Александрии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – СПб., 2011. – 15 с.

Literatura

1. Agafonova A.L. Vlijanie jekologicheskikh faktorov na rost i razvitie lipy melkolistnoj v g. Ekaterinburge: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – Ekaterinburg: Izd-vo UGLTU, 2011. – 23 s.

2. Anuchin N.P. Lesnaja taksacija. – M.; L.: Goslesbumizdat, 1960. – S. 379.

3. Zakamskij V.A., Sevrjugin A.I. Prispособlenie dlja opredelenija vremeni rasprostraneniya UZK cherez stvol dereva // Sovremennye problemy drevesinovedeniya. – Yoshkar-Ola: Izd-vo MarGTU, 1996. – S. 62–63.

4. Zakamskij V.A. Ul'trazvukovaja diagnostika stvolov derev'ev na nalichie gnilej // Lesnoj zhurnal. – 2006. – № 6. – S. 21–25.

5. Jassin M., Jassin S. Ocenka sostojanija pochv i rastitel'nosti v istoricheskikh sadah Sankt-Peterburga i Aleksandrii: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk. – SPb., 2011. – 15 s.

