

УДК 630*245; 630*524.1: 519.876

**ОТНОСИТЕЛЬНЫЙ ДИАМЕТР ДЕРЕВА ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКИ ЛЕСНОГО УЧАСТКА****Мазуркин П.М., Васильев В.И.***Поволжский государственный технологический университет, Йошкар-Ола,
e-mail: kaf_po@mail.ru*

Показана возможность разработки показателей оценки экологического состояния территории, на 10-летнем приросте сосен Ангары, измеренных в 1963 году экспедицией Сибирского отделения Академии наук СССР в Приангарье профессором Р.М. Верхуновым. Была выполнена повторная обработка таксационных данных по отдельным соснам различных поколений. В статье модель дерева сосны № 88 первого поколения принято в возрасте 413 лет.

Ключевые слова: сосна 413 лет, прирост по толщине, закономерности**RELATIVE DIAMETER OF THE TREE FOR THE ECOLOGICAL ESTIMATION
OF THE FOREST PLOT****Mazurkin P.M., Vasilyev V.I.***Volga State Technological University, Yoshkar-Ola,
e-mail: kaf_po@mail.ru*

It is shown possibility of working out of indicators of an estimation of an ecological condition of territory on a 10-year-old gain of the Angara pines measured in 1963 by expedition Siberian Branch of the Academy of Sciences of the USSR in the Angara region of prof. P.M. Verhunov. Was carried out repeated processing taxational data on separate pines of various generations. In article the model tree № 88 pines of the first generation is accepted age of 413 years.

Keywords: pine of 413 years, gain on thickness, regularity

Деревья являются великолепными индикаторами экологического режима и экологической обстановки на данной территории. Они произрастают столетиями, воспринимая годичными кольцами состояние окружающей среды [1-15]. Например, по данным 650-летней ели [6] удалось выделить 16 различных волн в жизнедеятельности конкретного дерева.

Необходимо создать методы изучения живой древесины [1, 2, 4, 5, 14, 15], в отличие от обычной таксации деревьев для хозяйственных целей [3, 13], позволяющие также изучать экологические свойства условий произрастания дерева. Для этого можно для начала воспользоваться таксационными данными модельных деревьев и по ним отработать методологию экологических измерений путем обоснования новых критериев оценки экологического режима по десятилетиям. Тогда последнее десятилетие, измеряемое по периферийной части ствола дерева на всей высоте, может дать сведения об экологической обстановке местности.

Цель статьи – показать возможности разработки показателей оценки экологического состояния территории по 10-летнему приросту ангарских сосен, измеренных в 1963 году экспедицией СО АН СССР в Приангарье проф. П.М. Верхуновым [16]. Таким образом, нами выполнялась повтор-

ная обработка таксационных данных по отдельным соснам различных поколений. Как пример было принято модельное дерево № 88 (табл. 1) сосны первого поколения возрастом 413 лет.

В табл. 1 даны сведения, заполняемые для анализа ствола модельного дерева.

По ним необходимо научиться моделировать закономерности, а только затем переходить к поиску новых методик анализа. При этом нет необходимости в интерполяции данных, так как графики хода роста получаются непосредственно по уравнениям. В итоге значительно снижается трудоемкость камеральной обработки результатов экспедиционных измерений.

Вначале определена образующая ствола [13] в виде уравнению регрессии

$$R_x = 26,612 \exp(-3,8765 \cdot 10^{-6} H_{xc}^{3,9144}) - 1,5541 H_{xc}^{0,8653} \exp(-0,1115 H_{xc}). \quad (1)$$

Результаты сравнения показаны в табл. 2, из которой видно, что максимальная относительная погрешность (подчеркнута) составляет на вершине ствола 5,32%, а на остальных отрезках ствола всего 2,51%. Кроме того, по второй составляющей максимум находится на отрезке ствола, находящейся на переменной высоте 7 м.

Таблица 1

Параметры модельного дерева № 88 сосны (413 лет)

A_{xc} , лет	H_{xc} , м	По диаметру ствола, см			По объему отрезков ствола, м ³			
		D_{xc}	Z_{xc}	Z_{xc}/D_{xc}	$V_x^{от}$	$V_{x(A-10)}^{от}$	$Z_{xc}^{от}$	$Z_{xc}^{от}/V_{xc}^{от}$
413	0	53,2	1,6	0,0301	—	—	—	—
405	1	50,2	0,6	0,0120	0,1979	0,1932	0,0047	0,0237
398	3	47,6	0,6	0,0126	0,1779	0,1735	0,0044	0,0247
392	5	46,4	0,8	0,0172	0,1691	0,1633	0,0058	0,0343
387	7	45,0	0,6	0,0133	0,1590	0,1548	0,0042	0,0264
382	9	44,2	0,6	0,0136	0,1534	0,1493	0,0041	0,0267
377	11	43,4	0,8	0,0184	0,1479	0,1425	0,0054	0,0365
372	13	41,6	0,8	0,0192	0,1359	0,1307	0,0052	0,0383
363	15	40,2	1,0	0,0249	0,1269	0,1207	0,0062	0,0489
355	17	35,0	0,4	0,0114	0,0962	0,0940	0,0022	0,0229
345	19	32,8	0,7	0,0213	0,0846	0,0809	0,0036	0,0426
329	21	25,2	0,6	0,0238	0,0498	0,0475	0,0023	0,0462
305	23	20,0	0,4	0,0200	0,0314	0,0301	0,0019	0,0414
279	24	15,8	0,3	0,0190	0,0340	0,0220	0,0120	0,3529

Поэтому «талия» ствола находится на высоте 7 м и она составляет 14,51% от диаметра ствола сосны № 88. При этом может оказаться, что на весь период в 413 лет экологическая обстановка может быть как-то охарактеризована размером талии (наибо-

лее утонченного сечения ствола) и её расположением по высоте ствола. Для этого необходимы сравнительные эксперименты в различных экологических условиях (условиях произрастания деревьев, прежде всего, свободно растущих).

Таблица 2

Изменение радиуса по различным сечениям ствола сосны, см

Высота H_{xc} , м	Радиус \hat{R}_x	Расчетные значения по модели (1)			Составляющие (1)	
		R_x	ε	Δ , %	R_{x1}	R_{x2}
0	26,6	26,61	0,01	0,04	26,61	0,00
1	25,1	25,22	-0,12	-0,48	26,61	1,39
3	23,8	23,73	0,07	0,29	26,60	2,87
5	23,2	22,98	0,22	0,95	26,56	3,58
7	22,5	22,58	-0,08	-0,56	26,40	3,83
9	22,1	22,25	-0,15	-0,68	26,06	3,81
11	21,7	21,79	-0,09	-0,41	25,41	3,62
13	20,8	21,00	-0,20	-0,96	24,35	3,35
15	20,1	19,74	0,36	1,79	22,78	3,03
17	17,5	17,94	-0,44	-2,51	20,64	2,70
19	16,4	15,59	0,81	4,94	17,97	2,38
21	12,6	12,81	-0,21	-1,67	14,89	2,08
23	10,0	9,81	0,19	1,90	11,61	1,80
24	7,9	8,32	-0,42	-5,32	9,99	1,67

Наиболее важным таксационным показателем является прирост ствола дерева по диаметру. Его измерение сопряжено с инструментальными трудностями, поэтому разброс исходных данных значителен. Была получена модель вида

$$Z_{xc} = 1,6030 \exp(-4,1460 \cdot 10^{-6} H_{xc}^{3,7694}) - 1,0300 H_{xc}^{0,06994} \exp(-0,04037 H_{xc}) \quad (2)$$

с максимальной относительной погрешностью на высоте 17 м в 75%, а без этого

наблюдения получается 23,33% на высоте 9 м. При этом модели (1) и (2) одинаковы по конструкции. Это означает, что закономерность образования талии на последних десяти годичных кольцах вполне заметна. Поэтому для исследования экологического состояния в среднем за последние 10 лет достаточны данные из стандартной формы анализа ствола модельного дерева. По десятилетиям можно изучать динамику экологического состояния на территории (месте произрастания), то есть экологический режим за все 413 лет по 41 наблюдению.

Относительный прирост по диаметру ствола по годичным слоям, за последние 10 лет до рубки модельного дерева, изменяется по сложной зависимости

$$\begin{aligned}
 Z_{xc} = & 1,6030 \exp(-4,1460 \cdot 10^{-6} H_{xc}^{3,7694}) - \\
 & -0,01911 H_{xc}^{0,04964} \exp(-0,05973 H_{xc}) + \\
 & +0,00007364 H_{xc}^{1,1731} \exp(0,04740 H_{xc}) \cos(\pi H_{xc} / 0,2996) - \\
 & -0,0007867 H_{xc}^{0,7513} \exp(0,01604 H_{xc}) \cos(\pi H_{xc} / 2,0234) .
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

Эта зависимость (3), если исключить наблюдение на высоте ствола 9 м, имеет максимальную относительную погрешность 17,71%. Две последние составляющие уравнения (3) являются волновыми с полу периодами в 0,2996 и 2,0234 м. Это факт еще раз доказывает результаты волновой динамики в жизни дерева [6].

Статистическое моделирование по отрезкам ствола показало недостаточную эффективность анализа ствола современными информационными технологиями. Это объясняется тем, что отрезки в два метра приняты таксаторами только для удобства измерения, записи точками напротив заранее заготовленной формы журнала при проведении измерительных работ в условиях экспедиции.

Само лесное дерево в ходе своего роста и развития не делит ствол на отдельные части и отрезки. Поэтому попытки моделирования отдельных частей ствола (комель – нейлоид, середина – цилиндр, вершина – конус), подробно рассмотренные в книге [20], закончились полными неудачами.

Наши исследования показали, что необходимо переходить на новый метод обработки исходных данных путем моделирования с учетом времени хода роста и нарастающего объема ствола по его переменной высоте. Результаты этих исследований будут изложены в других статьях. Кроме того, нужно учитывать также относительный диаметр по толщине коры для оценки по свойствам коры лесного и иного дерева.

Список литературы

1. Мазуркин П.М. Энергетика формирования ствола лесного дерева // Лесной вестник (МГУЛ). 2000. № 1(10). С. 39-43.
2. Мазуркин П.М., Колесникова А.А. Изменение энергетики древесины по радиусу ствола // Лесной вестник (МГУЛ). 1999. № 4(9). С. 155-119.
3. Верхунов П.М., Мазуркин П.М. О моделировании роста отдельных деревьев и древостоев в сосновых насаждениях // Известия инж.-технол. академии Чув. Республики. Чебоксары: ИТА ЧР, 1998. С. 277-283.
4. Мазуркин П.М. Теоретические основы формообразования древесины // Труды научной конференции по итогам НИР. Секция химии леса. Йошкар-Ола: 1998. С.23-26. Деп. ВИНТИ, 30.09.98, 2890-В98.
5. Мазуркин П.М., Винокурова Р.И., Тарасенко Е.В., Осипова В.Ю. Изменение влажности древесины по высоте дерева // Деревообр. пром-сть. 1998. № 6. С. 22-23.
6. Мазуркин П.М. Статистическое моделирование многоцикловых процессов // Материалы VI Междунар. конф. «Циклы природы и общества». Ч.1. Ставрополь: Изд-во Ставро. ун-та, 1998. С. 213-218.
7. Мазуркин П.М., Винокурова Р.И., Латыпова В.З. Волновая динамика свойств древесины растущих деревьев // Материалы VI Междунар. конф. «Циклы природы и общества». Ч.2. – Ставрополь: Изд-во Ставро. ун-та, 1998. С.171-174.
8. Мазуркин П.М., Демаков Ю.П. Особенности многоволновой динамики радиального прироста сосны // Материалы VI Междунар. конф. «Циклы природы и общества». Ч.2. – Ставрополь: Изд-во Ставро. ун-та, 1998. – С. 174-176.
9. Демаков Ю.П., Мазуркин П.М. Выделение волновых этапов во временных рядах хода роста деревьев // Материалы VI Междунар. конф. «Циклы природы и общества». Ч.2. Ставрополь: Изд-во Ставро. ун-та, 1998. – С. 176-179.
10. Мазуркин П.М., Винокурова Р.И. Статистические модели изменения радиального прироста по высоте деревьев // Труды научной конф. по итогам НИР. Секция измерения (таксации), обустройство, охрана и рациональное использование природных ресурсов. Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. С.158-163. Деп. ВИНТИ, 25.08.99, 2712-В99.
11. Мазуркин П.М. Биотехническое проектирование (справочно-методическое пособие). – Йошкар-Ола: МарПИ, 1994. – 348 с.
12. Мазуркин П.М. Реальные явления идеального цикла // Циклы природы и общества. Матер. IV Междунар. конф. Ч. 1. – Ставрополь: Изд-во Ставро. ун-та, 1996. – С. 107-122.
13. Верхунов П.М., Мазуркин П.М. Таксация древесного ствола лесных насаждений: Учеб. пос. с грифом УМО для межвуз. использ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – 72 с.
14. Мазуркин П.М. Статистическая биометрия и экология. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 36 с.
15. Мазуркин П.М., Колесникова А.А. Моделирование в биометрии, экологии и природопользовании. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – 52 с.
16. Верхунов П.М. Прирост запаса разновозрастных сосняков. Новосибирск: Наука, 1979. 354 с.
17. Бюсенг М. Строение и жизнь наших лесных деревьев. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1961. – 424 с.
18. Спурр С.Г., Барнес Б.В. Лесная экология. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 480 с.
19. Кравченко Г.Л. Закономерности роста сосны. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 168 с.
20. Кофман Г.Б. Рост и форма деревьев. – Новосибирск: Наука, 1986. – 210 с.