
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

NATURAL SCIENCE

УДК 582.475.2 (571.51/.52+571.53/.55)

ББК 28.592.6 (253)

В 14

Вайс А.А.

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент (докторант) кафедры лесной таксации, лесоустройства и геодезии лесохозяйственного факультета Сибирского государственного технологического университета, тел. (391) 2-69-54-61, e-mail: vais6365@mail.ru

Закономерности связи диаметров деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) на высоте груди и диаметров на высоте пня в условиях средней и южной Сибири (Рецензирована)

Аннотация

*На основе данных, собранных из различных районов Средней Сибири, установлено, что у деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica*) для зависимостей $d_{1,3}=f(d_n)$ и $d_n=f(d_{1,3})$ построение единого норматива даже на уровне лесной зоны приводит к значительной величине ошибок, но может использоваться при изучении общих закономерностей.*

***Ключевые слова:** регрессионная модель, диаметр на высоте груди, диаметр на высоте пня, связь, район, уровень значимости, основная ошибка, остатки.*

Vays A.A.

Candidate of Agriculture, Associate Professor (Doctoral Candidate) of Department of Forest Valuation, Forest Regulation and Geodesy of the Forestry Faculty, the Siberian State University of Technology, ph. (391) 2-69-54-61, e-mail: vais6365@mail.ru

Laws of connection between diameters of trees of the Siberian Larch (*Larix sibirica*) at breast and stub heights in the conditions of Middle and Southern Siberia

Abstract

*On the basis of data collected from various areas of Middle Siberia, it is established that at trees of the Siberian Larch (*Larix sibirica*), for dependencies $d_{1,3}=f(d_n)$ and $d_n=f(d_{1,3})$, the construction of the uniform specification even at level of a wood zone leads to considerable errors, but it can be used to study the general laws.*

***Key words:** regression model, diameter at breast height, diameter at stub height, connection, area, a significance value, the basic error, the rests.*

Введение

Проблема незаконных рубок, необходимость восстановления срубленного запаса, вычисление запаса крупного детрита приобретают в последние годы особую актуальность. В связи с этим соотношение диаметров комлевой части стволов и диаметра на высоте груди имеет особую важность.

Наряду с тем, что размеры пня определяют возможность установления объемов хлыстов и размеров стволов по диаметру в любой точке, крупный древесный детрит (пни) является важным компонентом лесной экосистемы, значимым для биологического разнообразия, циклов углерода и минеральных элементов, энергетических потоков, процессов почвообразования [1].

Кроме того, наличие пней на вырубках требует проведения специальных предварительных мероприятий для восстановления лесной площади, а для этого необходимо знать условия их размещения и размеры [2]. Переход от диаметров на высоте груди к диаметрам на высоте пня используется для установления запаса соснового пневого осмола [3]. Пневые горизонты позволяют восстанавливать лесные ассоциации прошлого [4].

В вопросе соотношения диаметров комлевой части деревьев важное значение имеет высота пня, поскольку существующие нормативы используют свои методические подходы: в одних таблицах диаметры измеряют у шейки корня [5], в других – на высоте 20–25 см от основания почвы [6], в третьих – высота пня принималась равной одной трети величины диаметра на высоте груди [7].

Указания по освидетельствованию мест рубок предусматривают штрафные санкции за завышение пней. Высота пней измеряется от поверхности почвы, а при обнаружении корней – от корневой шейки. Нарушением считается оставление пней высотой более одной трети диаметра среза, а при рубке деревьев тоньше 30 сантиметров – высотой более 10 сантиметров [8]. Кишенков В.Ф., Соломников А.А., Касацкий А.А. [9] установили, что для деревьев ели Брянской области высота пня практически не влияла на определяемый восстановленный запас – расхождение составило не более 1,5%. При этом ель обыкновенная формирует поверхностную корневую систему.

Основой всех разработанных нормативов является линейная регрессия, что позволяет не только прогнозировать выходную переменную, но и получить оценку уравнения.

Программа и методика исследований

Целью данной работы является изучение особенностей регрессионных моделей для определения соотношения диаметров и установления возможности построения местных или общих нормативов.

С целью реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

- установить особенности регрессионных связей $d_{1.3}=f(d_n)$ и $d_n=f(d_{1.3})$;
- определить возможность составления единых нормативов для изучаемых связей деревьев лиственницы сибирской (*Larix sibirica*);
- вычислить величину остатков уравнений и распределение их максимальных значений.

В основу исследований были положены данные обмеров учетных моделей лиственницы, собранных по ступеням толщины из трех лесных районов [10]: Среднесибирский подтаежно-лесостепной район (Красноярский край – Дзержинский, Пировский, Тасеевский, Бирилюсский районы; Иркутская область – Эхирит-Булагатский район); Алтае-Саянский горнолесостепной район (Республика Тыва – Тоджинский район); Байкальский горный лесной район (Иркутская область – Ольхонский район).

Общее количество моделей – 820 штук.

Все расчеты были выполнены в программе «Microsoft Excel».

Экспериментальные исследования

На основании исходных данных был выполнен расчет линейных уравнений по пробным площадям. Показатели моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1

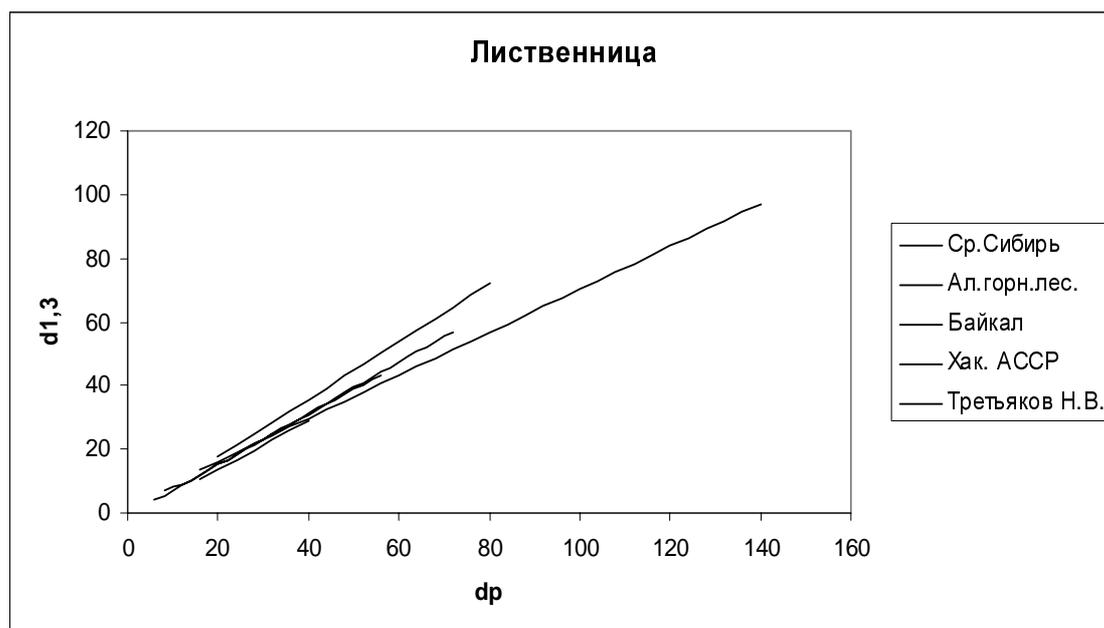
Показатели регрессионных уравнений $d_{1,3}=f(d_n)$ и $d_n=f(d_{1,3})$

Район исследований	Показатели									
	$d_{1,3}=a+b*d_n$					$d_n=a+b*d_{1,3}$				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>m</i>	<i>F</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>R</i>	<i>m</i>	<i>F</i>
Тоджинский	-0,725	0,909	0,976	3,05	6084	2,984	1,047	0,976	3,3	6084
Дзержинский	16,483	0,496	0,929	4,6	70	-18,875	1,742	0,929	8,7	70
Пировский	8,109	0,526	0,895	1,8	64	-5,541	1,523	0,895	3,1	64
Тасеевский	5,699	0,665	0,939	5,9	1029	-0,458	1,327	0,939	8,4	1029
Манзенский	3,251	0,654	0,929	4,1	714	1,970	1,317	0,929	5,8	714
Туранский	0,488	0,739	0,929	2,8	88	4,141	1,168	0,929	3,5	88
Эхирит-Булагатский	6,582	0,523	0,932	3,3	99	-5,719	1,660	0,932	5,9	99
	2,637	0,648	0,921	4,7	279	4,418	1,308	0,921	6,6	279
	5,366	0,582	0,859	3,3	141	4,619	1,269	0,859	4,8	141
	1,038	0,656	0,936	4,1	134	5,251	1,334	0,936	5,9	134
	6,009	0,542	0,902	3,2	79	-1,090	1,502	0,902	5,3	79
	3,041	0,678	0,915	2,9	118	2,270	1,234	0,915	3,8	118
	-1,198	0,750	0,984	1,1	686	2,360	1,291	0,984	1,5	686

Примечание: *a* и *b* – коэффициенты уравнения; *R* – коэффициент корреляции; *m* – основная ошибка модели, см; *F* – критерий Фишера.

Анализ таблицы 1 указывает на высокую адекватность моделей $R > 0,86$, достоверность уравнений оценивается по критерию Фишера ($F > 3$ – достоверно). Величина средних ошибок варьировала для первого уравнения – 1,1–5,9 см; для второй модели – 1,5–8,7 см.

Степень различия регрессионных линий демонстрирует рисунок 1. Линии построены по выравненным значениям для зависимости $d_{1,3}=f(d_n)$ Эхирит-Булагатского лесорастительного района. Веерная форма выравненных линий указывает на возрастание различий по мере увеличения диаметра на высоте пня (особенно с 40 см и выше).

Рис. 1. Линейная связь $d_{1,3}=f(d_n)$ (на пробных площадях Эхирит-Булагатского района)

Объединение материала по Эхирит-Булагатскому району позволило получить уравнения (таблица 2).

Таблица 2

Модели и их характеристики Эхирит-Булагатского района

Район исследований	Параметры									
	$d_{1,3}=a+b*d_n$					$d_n=a+b*d_{1,3}$				
	a	b	m	p_a	p_b	a	b	m	p_a	p_b
Эхирит-Булагатский	3,969	0,615	3,8	зн.	зн.	1,531	1,377	5,7	незн.	зн.

Необходимо указать на значимость коэффициентов a и b , кроме коэффициента a второй модели. Уравнения достоверны с ошибкой 3,8–5,7 см и корреляцией 0,920 и выше.

На рисунке 2 представлен обобщенный график выравненных линий по лесным районам. Применение расчетных моделей возможно только при приемлемой величине ошибки. С целью анализа погрешностей использовали графический анализ (рис. 3).

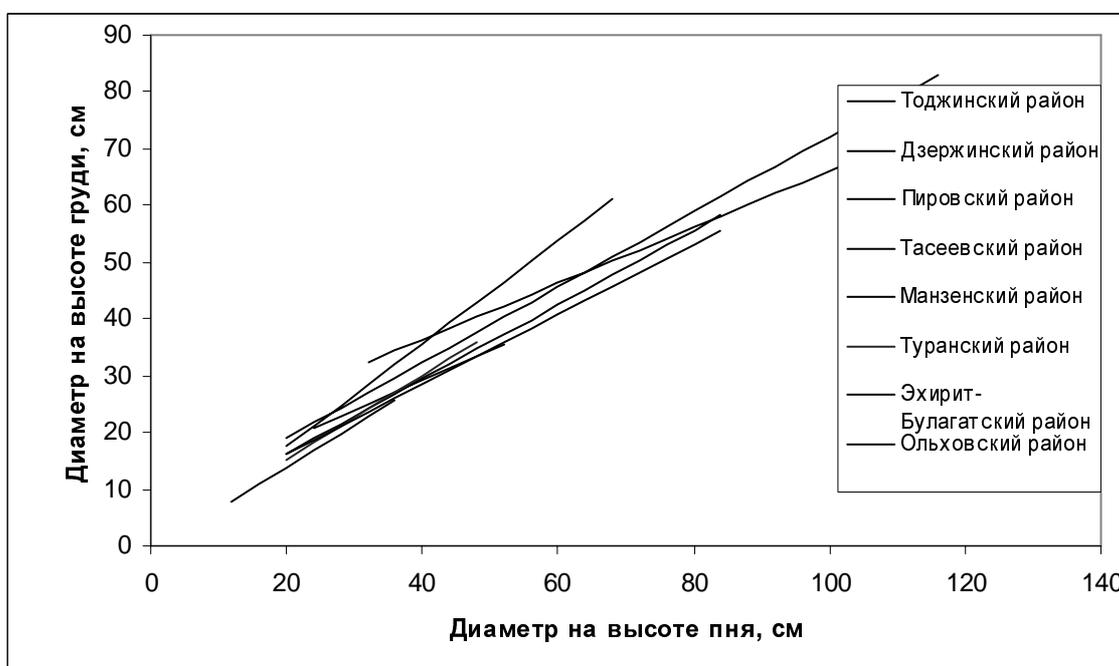
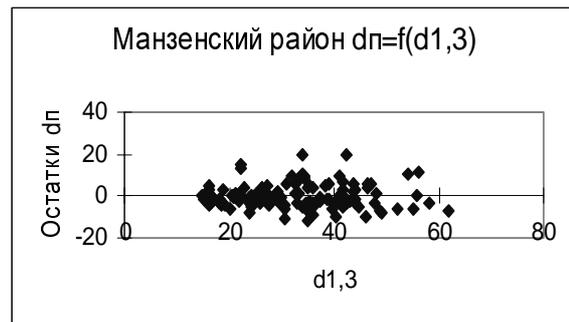
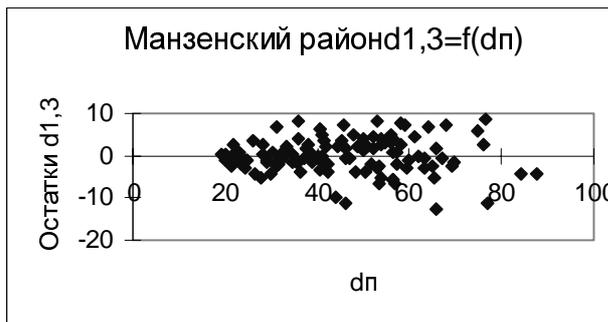
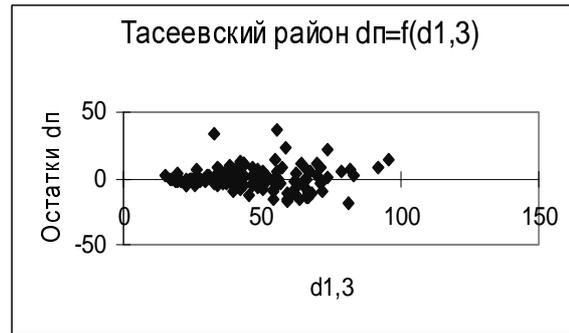
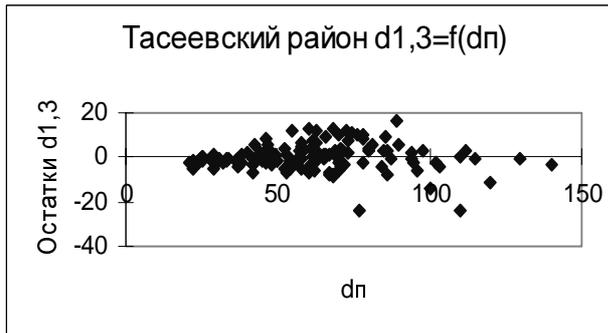
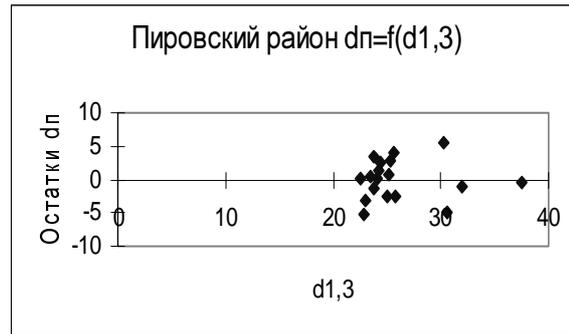
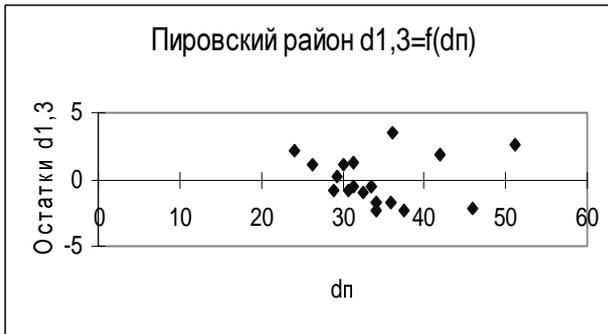
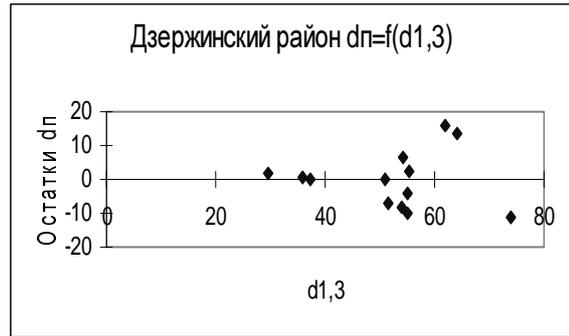
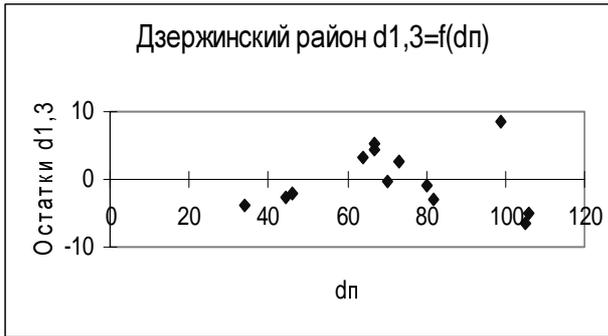
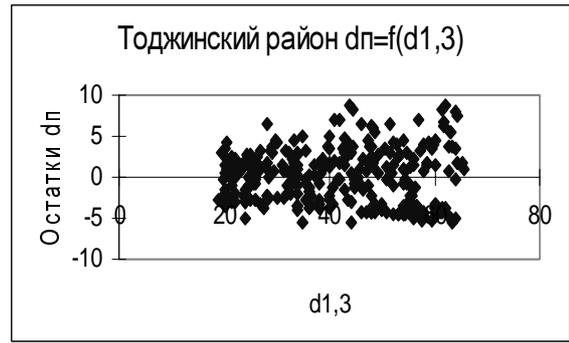


Рис. 2. Зависимость диаметра на высоте груди от диаметра на высоте пня деревьев лиственницы сибирской по лесным районам

Величина остатков варьирует в значительной степени в зависимости от объема выборки и лесного района. В модели $d_{1,3}=f(d_n)$ максимальные погрешности не превышали следующие пределы: Тоджинский район (-7,3–+6,0 см), Дзержинский район (-6,5–+8,4 см), Пировский район (-2,3–+3,5 см), Тасеевский район (-23,9–+16,1 см), Манзенский район (-12,6–+8,5 см), Туранский район (-6,3–+4,5 см), Эхирит-Булагатский район (-11,8–+16,3 см), Ольховский район (-3,0–+2,0 см).

Для уравнения $d_n=f(d_{1,3})$ пределы ошибок имели следующую величину: Тоджинский район (-5,6–+8,7 см), Дзержинский район (-11,0–+15,9 см), Пировский район (-5,2–+5,6 см), Тасеевский район (-18,0–+37,2 см), Манзенский район (-11,8–+19,5 см), Туранский район (-4,5–+8,0 см), Эхирит-Булагатский район (-19,2–+20,1 см), Ольховский район (-2,5–+4,0 см).



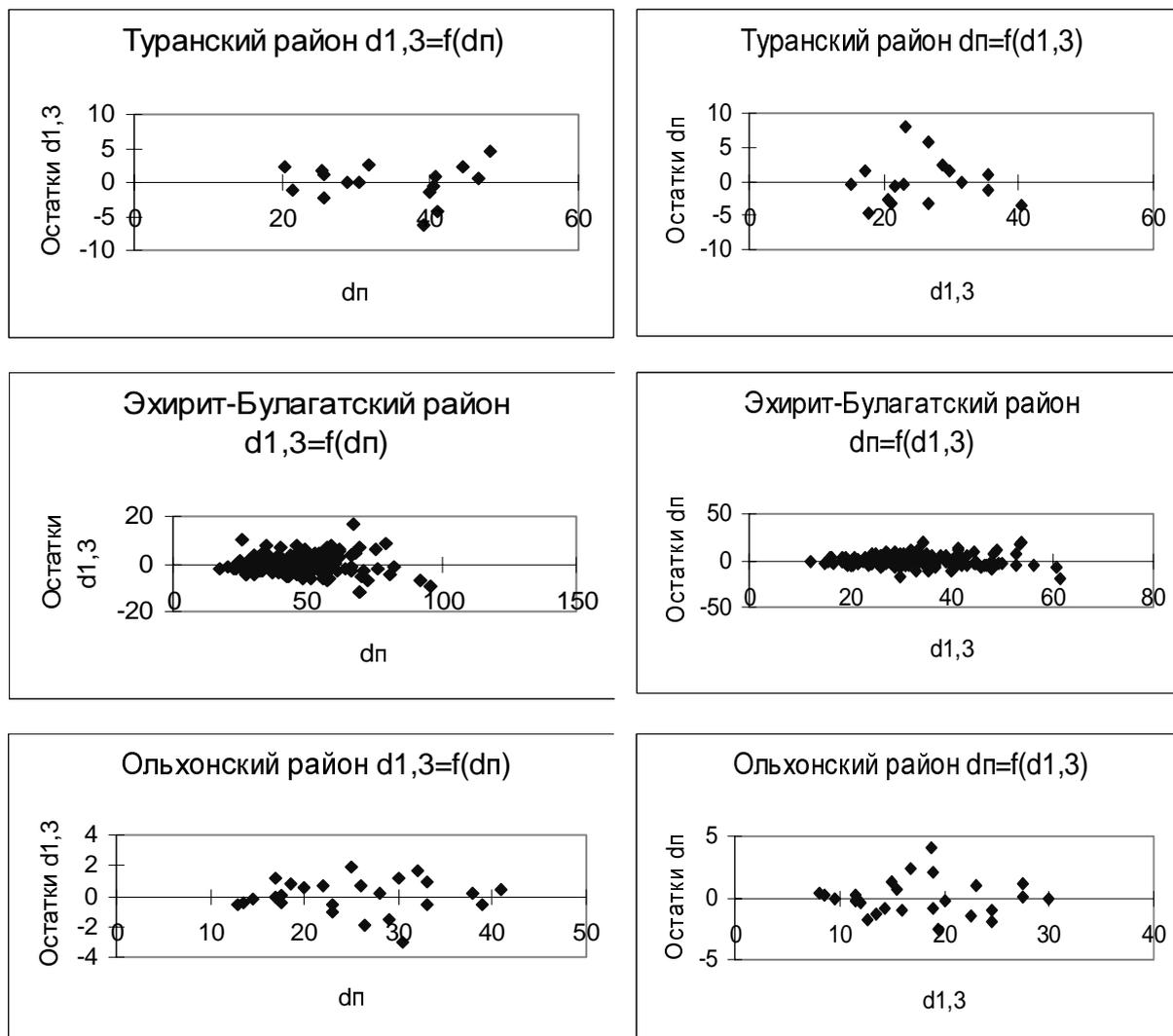


Рис. 3. Остатки зависимостей уравнений $d_{1,3}=f(d_n)$ и $d_n=f(d_{1,3})$ по лесным районам

Выводы

В результате можно констатировать:

- регрессионные линии для зависимостей $d_{1,3}=f(d_n)$ и $d_n=f(d_{1,3})$ адекватно аппроксимируются прямой линией;
- величина ошибок для объединенного материала по районам варьирует в широких пределах;
- построение единого норматива приведет к значительной величине ошибок, но может использоваться при изучении общих закономерностей;
- рекомендуется при разработке местных таблиц использовать в качестве входа нулевой коэффициент формы, который можно определить либо по косвенным признакам (наличие корневых лап), либо по прямым измерениям d_n и d_0 с переходом к $q_0 \rightarrow f(d_n, d_0)$;
- выбор формы нормативов зависит от лесохозяйственных задач.

Примечания:

1. Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems / M.E. Harmon [et al.] // Adv. Ecol. Res. 1986. No. 15. P. 133-202.
2. Титаренко Ю.А. Определение некоторых параметров пней на вырубках горных дубрав // Молодые ученые к юбилею института: тр. науч. конф. М.: ВНИИ лесоводства и механиз. лес. х-ва. Деп. в ЦБНТИлесхоз от 23 декабря 1983 г. № 263 лх-83.
3. Сeryakov A.П. Сырьевые ресурсы пневого осмола и их таксация на вырубках средне-таежных сосняков Иркутской области: автореф. дис. ... канд. с-х. наук. Красноярск, 1987. 20 с.
4. Кривоногов С.К. Пневые горизонты в позднеплейстоценовых отложениях Сибири. URL: [www.giscenter.ru / Carpos / Digital_public / Buried_forest / Russian_text.htm](http://www.giscenter.ru/Carpos/Digital_public/Buried_forest/Russian_text.htm)
5. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР / Арханг. лесотехн. ун-т; отв. ред. В.В. Загреев. Архангельск: Изд-во Арханг. ин-та леса и лесохимии, 1986. 357 с.
6. Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Справочник таксатора. Л.: Гослесбуиздат, 1952. 852 с.
7. Марцинковский Л.А. О зависимости между диаметрами деревьев лиственницы на высоте пня и на высоте груди // Лиственница: сб. науч. тр. Красноярск: Изд-во СТИ, 1964. № 39. С. 15-17.
8. Указания по освидетельствованию мест рубок, подсочки (осмолоподсочки), насаждений и заготовки второстепенных лесных материалов: утв. пр. Госкомитета СССР по лесн. хоз-ву от 01.11.1983. № 130. М., 1984. 37 с.
9. Кишенков Ф.В., Соломников А.А., Касацкий А.А. Исследование сбежистости комлевой части стволов ели. URL: [http:// science-bsea.narod.ru / 2007 / leskomp. – 2007 / kishenkov – iss.htm](http://science-bsea.narod.ru/2007/leskomp.-2007/kishenkov-iss.htm)
10. Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации: приказ МПР РФ от 28 марта 2007 г. // Гарант: информационно-правовой портал. М., 2011.

References:

1. Ecology of Coarse Woody Debris in Temperate Ecosystems / M.E. Harmon [et al.] // Adv. Ecol. Res. 1986. No. 15. P. 133-202.
2. Titarenko Yu.A. The definition of some parameters of stumps in cleared spaces of mountain oak groves // Young scientists for the anniversary of the institute: scientific conference proceedings. M.: VNI of forestry and mechanized forestry. Dep. in TSBNTI forestry of December, 23, 1983. No. 263 lkh-83.
3. Seryakov A.P. The raw material sources of stub resinous wood and their valuation in cleared spaces of middle taiga pine forests of the Irkutsk region: Dissertation abstract for the Candidate of Agricultural Sciences degree. Krasnoyarsk. 1987. 20 pp.
4. Krivonogov S.K. The stub horizons in late pleistocene deposits of Siberia. URL: [www.giscenter.ru / Carpos / Digital_public / Buried_forest/ Russian_text.htm](http://www.giscenter.ru/Carpos/Digital_public/Buried_forest/Russian_text.htm)
5. The forest-taxation directory for the northeast of the European part of the USSR / Arkhang. Forestry Engineering University; managing ed. V.V. Zagreev. Arkhangelsk: Publishing house of Arhang. Institute of forest and dendrochemistry, 1986. 357 pp.
6. Tretyakov N.V., Gorskiy P.B., Samoylovich G.G. The handbook of an afforestation inspector. L.: Goslesbumizdat. 1952. 852 pp.
7. Martsinkovskiy L.A. On the dependence between the diameters of larch trees at stub height and at breast height // A larch: col. of scientific works. Krasnoyarsk: Publishing house of STI. 1964. No. 39. P. 15-17.
8. The instructions on survey of places of cuttings, tapping (resinous wood tapping), plantations and procurement of minor wood materials: Conf. by the State Forestry Committee of the USSR order of 01.11.1983. No. 130. M., 1984. 37 pp.
9. Kishenkov F.V., Solomnikov A.A., Kasatskiy A.A. The research of taperingness of the butt part of fir-tree trunks. URL: [http:// science-bsea.narod.ru / 2007 / leskomp. – 2007 / kishenkov –iss.htm](http://science-bsea.narod.ru/2007/leskomp.-2007/kishenkov-iss.htm)
10. On the approval of the list of forest zones and forest areas of the Russian Federation: order of MPR of the RF of March 28, 2007. // Guarantor: information-legal portal. M., 2011.