

**СБЕЖИСТОСТЬ НИЖНЕЙ ЧАСТИ СТВОЛОВ ЛИСТВЕННИЦЫ
В УСЛОВИЯХ ЗАПОВЕДНИКА «ПУТОРАНСКИЙ»****В. А. Калачев, А. А. Вайс**

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева
Российская Федерация, 660037, г. Красноярск, просп. им. газеты «Красноярский рабочий», 31
E-mail: kalacheff.vladis@yandex.ru

В статье приведены результаты исследования зависимости диаметра лиственницы даурской на высоте груди от диаметра пня, произрастающей в условиях охранной зоны заповедника «Путоранский» КГБУ «Таймырское лесничество». В результате выполнена оценка сбежистости нижней части ствола лиственницы. Аппроксимация связи диаметров производилась с помощью линейной регрессионной модели с коэффициентом детерминации 0,90. Произведен сравнительный анализ данных сбежистости формы лиственницы района исследования с данными Дальнего Востока и с общесоюзными нормативами. Установлено, что нижняя часть ствола лиственницы в буферной зоне заповедника «Путоранский» характеризуется более высокой сбежистостью с диаметра 32 см у шейки корня относительно общесоюзных нормативов. Соотношение диаметров лиственницы, встречающихся в районе исследования в диапазоне диаметров 18–32 см, соответствуют данным таблицы А. М. Межибовского и В. Е. Шульца.

Ключевые слова: *Larix gmelinii*, плато Путорана, нулевой коэффициент формы, сбежистость ствола, диаметр.

*Conifers of the boreal area. 2024, Vol. XLII, No. 3, P. 27–31***DEGREE OF TAPERING OF THE LOWER PART OF LARCH TRUNKS
IN THE CONDITIONS OF THE PUTORANA NATURE RESERVE****V. A. Kalachev, A. A. Vais**

Reshetnev Siberian State University of Science and Technology
31, Krasnoyarskii rabochii prospekt, Krasnoyarsk, 660037, Russian Federation
E-mail: kalacheff.vladis@yandex.ru

The article presents the results of a study of the dependence of the diameter of the Daurian larch at chest height on the diameter of the stump growing in the conditions of the Putorana Nature Reserve in Taimyr Forestry. As a result, the assessment of the tapering of the lower part of the trunk of the larch was performed. The approximation of the diameters correlation was performed using a linear regression model with a determination coefficient of 0.90. A comparative analysis of the data on the tapering of larch shape in the study area with data from the Far East and with all-Union standards was carried out. It was found that the lower part of the larch trunk in the buffer zone of the Putorana Nature Reserve is characterized by a higher tapering with a diameter of 32 cm at the root neck relative to the all-Union standards. The ratio of larch diameters found in the study area in the diameter range of 18–32 cm corresponds to the data of the table by A. M. Mezhibovsky and V. E. Schultz.

Keywords: *Larix gmelinii* L., Putorana plateau, zero shape coefficient, trunk tapering, diameter.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении длительного времени на территории государственного лесного фонда России выявляются факты незаконной рубки лесных насаждений. В связи с недостаточностью информации о форме нижней части деревьев и их слабой достоверности, для точного определения объема незаконно-срубленной древесины возникает большой интерес к изучению формы нижней части ствола дерева [8].

М. М. Орлов [6] предлагал определять нулевой коэффициент как соотношение диаметра на высоте пня к диаметру на высоте груди и предлагал использовать

его для характеристики формы нижней части срубленного ствола. Н. П. Анучин [4] ассоциировал нулевой коэффициент формы через отношение диаметра ствола у шейки корня к диаметру на высоте груди.

Плато Путорана – это горный массив субарктического региона России с индивидуальной представленностью флоры и фауны, на нем располагается памятник Всемирного наследия «Заповедник Путоранский». По причине недостаточного изучения растительного сообщества, масштабы и труднодоступности территории Плато до настоящего времени имеет научный интерес среди ботаников и лесоводов.

Изучением разнообразия, экспансией лесной растительности в горах Путорана занимались ряд ученых, таких как Л. И. Малышев, С. М. Матвеев, П. А. Моисеев, З. А. Янченко [7; 9; 10; 11].

В виду активного развития туризма, высоким потоком людей на плато Путорана, предоставлением лесных участков в аренду для ведения рекреационной деятельности в охранной зоне ФГБУ «Объединенная дирекция заповедники Таймыра» и развитию территориальной экспансии охотничьего хозяйства на территории Долгано-Ненецкого муниципального района наблюдаются факты повреждения и уничтожения древесной растительности, в том числе и осуществление незаконной рубки лесных насаждений.

По этой причине целью работы явилось составление местных нормативов зависимости диаметра ствола на высоте 1,3 м от диаметра пня и установление нулевого коэффициента формы ствола.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования явились лиственничные редколесья лесного пояса западной части плато с южной экспозиции Ламских гор (выдела № 2, 3 квартала № 334 Дудинского участкового лесничества Таймырского лесничества). Лиственничные насаждения представлены лиственницей даурской (Гмелина) (*Larix gmelinii*) и березой извилистой (*Betula tortuosa*). Напочвенный покров имеет мохово-лишайниковую представленность, выраженную сфагнумом болотным (*Sphagnum palustre*), ягелем, кладонией лесной (*Cladonia arbuscula*). Тип леса лиственничник голубично-багульниковый лиственничник багулико-сфагнумный. Подлесок представлен ивами (*Salix* sp.), березкой карликовой (*Betula nana*).

Согласно пункту 9 Правил заготовки древесины, утвержденных Приказом министерства природных ресурсов Российской Федерации от 16.07.2007 № 184, оставляемая высота пня при заготовке древесины должна не превышать одной трети диаметра среза, а при рубке древесных пород диаметром более 30 см составлять 10 см [1].

В связи с установленными требованиями при полевых работах измерение диаметров деревьев лиственницы производилось на высоте ≤ 10 см от шейки корня и на высоте груди (1,3 м) для дальнейшего изучения связи признаков и определения нулевого коэффициента формы ствола. Измерениям подвержено свыше 100 деревьев.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

На первом этапе выполнена статистическая обработка данных диаметров лиственницы на двух точках ствола (табл. 1).

Статистическая обработка стволов лиственницы показала, что исходные показатели имеют значительную изменчивость (26,0–26,4 %), а точность опыта не превышает 5 %.

В последующем показатели связи $d_{1,3} = f(d_0)$ аппроксимировали с помощью линейной функции (формула (1)). Полученные результаты представлены в табл. 2.

$$d_{1,3} = 0,726 \cdot d_{\text{пня}} + 0,8392, \quad (1)$$

где $d_{\text{пня}}$ – диаметр пня, см; $d_{1,3}$ – диаметр на высоте 1,3 метра, см.

Коэффициент детерминации составил 0,90. Относительная стандартная ошибка – 1,8 см. Уравнение достоверно, критерий Фишера (F) составил 743 ($\geq F_{\text{таб}}$).

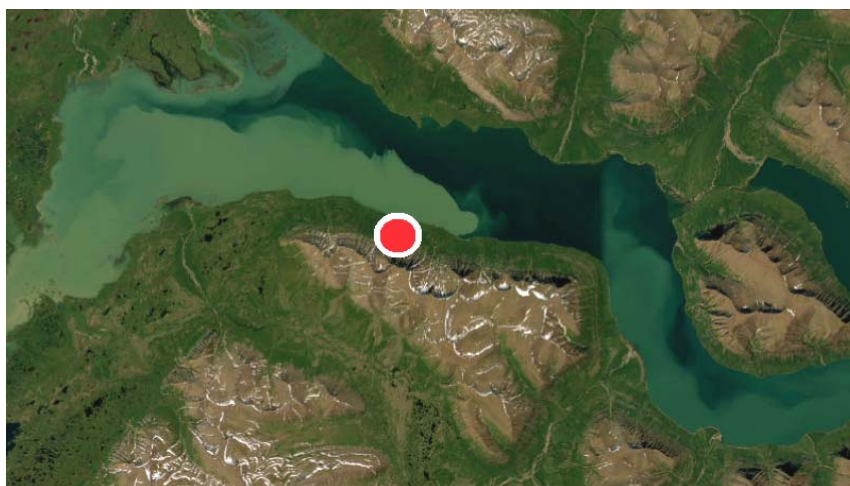


Рис. 1. Месторасположение объектов на территории охранной зоны заповедника «Путоранский» (оз. Лама)

Таблица 1
Статистический анализ диаметров ствола лиственницы даурской

Таксационный показатель	Статистические параметры						
	$\bar{X}_{\text{ср}}$	$\pm m_x$	σ	X_{min}	X_{max}	V, %	P, %
Диаметр на высоте 1,3 м	21,3	0,60	5,61	10,7	41,3	26,4	2,8
Диаметр пня	28,2	0,79	7,32	13,1	52,0	26,0	2,8

Таблица 2

Зависимость диаметра ствола лиственницы на высоте 1,3 м от диаметра пня

Диаметр пня ($d_{\text{пня}}$)	Диаметр на высоте 1,3 м ($d_{1,3}$)		
	Буферная зона заповедника «Путоранский»	Дальний Восток (Сахалинская область и Камчатский край)	Общесоюзные нормативы для таксации лесов (В. Е. Шульц)
6	5,2	3,7	
8	6,6	4,4	7,2
10	8,1	6,1	8,0
12	9,6	7,7	8,0
14	11,0	9,4	10,3
16	12,5	11,1	11,9
18	13,9	12,8	13,6
20	15,4	14,4	15,2
22	16,8	16,1	16,8
24	18,3	17,8	18,5
26	19,7	19,4	20,0
28	21,2	21,1	21,5
30	22,6	22,7	23,1
32	24,1	24,4	24,8
34	25,5	26,0	26,3
36	27,0	27,7	27,9
38	28,4	29,4	29,5
40	29,9	31,0	31,0
42	31,3	32,7	32,5
44	32,8	34,4	34,1
46	34,2	36,0	35,6
48	35,7	37,7	37,2
50	37,1	39,4	38,8
52	38,6	41,0	40,3
54	40,0	42,6	41,9
56	41,5	44,3	43,4
58	42,9	46,1	44,9
60	44,4	47,7	46,5
62	45,9	49,3	48,0
64	47,3	51,0	49,6
66	48,8	52,7	51,3
68	50,2	54,4	52,9
70	51,7	56,0	54,4
72	53,1	57,7	56,0

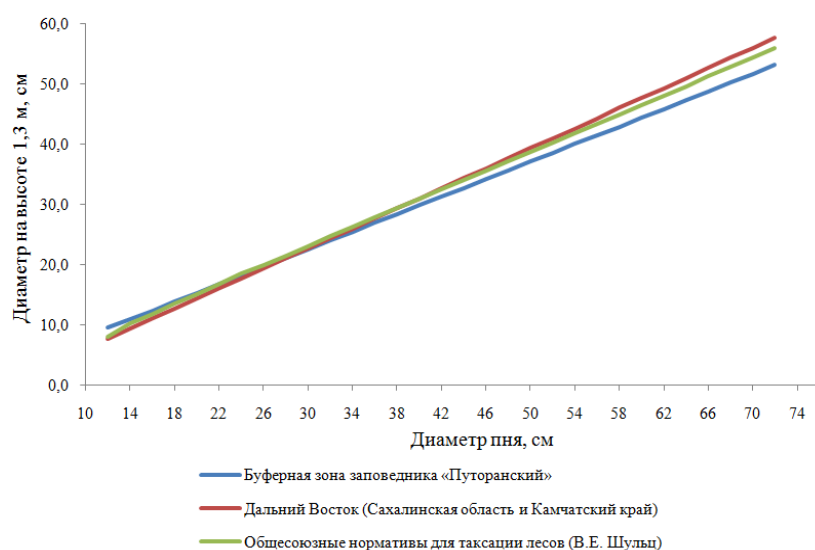


Рис. 2. Зависимость диаметра на высоте груди от диаметра пня лиственницы

Таблица 3
Динамика нулевого коэффициента формы лиственницы

Район	Диаметр пня, см							
	6	8	10	12	14	16	18–31	32–72
Буферная зона заповедника «Путоранский»	1,15	1,20	1,23	1,26	1,27	1,28	1,31	1,36
Общесоюзные нормативы для таксации лесов (В. Е. Шульца)	–	1,11	1,25	1,50	1,36	1,34	1,30	1,29

Сравнение данных зависимости диаметров стволов породы лиственница на высоте 1,3 м от диаметров пня, произрастающих на территории буферной зоны заповедника «Путоранский» Таймырского лесничества, выполнялась с данными Дальнего Востока [3] и с общесоюзными нормативами для таксации лесов [2] (рис. 2).

Динамика диаметров лиственницы с 12 по 72 см указывала на достаточную близость линий для различных районов с учётом ступеней толщины до 32 см. Заметная верность прямых, начиная с градации диаметров выше 32 см у шейки корня, указывала на увеличение сбежистости при последующем росте диаметра. Существенное изменение закомелистости стволов деревьев объясняется низким бонитетом и полнотой насаждения. Однако следует отметить, что для тонкомерной части до 18 см полнодревесность стволиков выше, чем в других районах, что объясняется как процессами лесообразования, условиями местопроизрастания, так и возможно климатическими изменениями.

Прямые линии для нормативов Дальнего Востока и общесоюзных нормативов имели сходство линий, незначительное изменение происходит с диаметра пня 46 см, тем самым показывая идентичную сбежистость и доказывая применимость общесоюзных нормативов для различных регионов.

В дополнение сравнение рядов производилось методом сравнения значений среднеквадратических отклонений по формуле В. В. Загребеева [3]:

$$X_{cp} = 200 \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{a-b}{a+b} \right)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где X_{cp} – среднеквадратический процент отклонений сравниваемых рядов, %; a и b – попарно сравниваемые данные; n – число сравниваемых пар, шт.

Различие рядов связи диаметра ствола лиственницы на высоте 1,3 м и диаметра пня в условиях охранной зоны заповедника «Путоранский» с нормативами Дальнего Востока составили 12,7 %, а с общесоюзными данными – 5,1 %. Степень расхождения табличных нормативов В. Е. Шульца с данными условий Дальнего Востока – 10,3 %. Ввиду незначительности процента отклонений линий (<10 %), сравнения полученных результатов района исследования с данными таблицы В. Е. Шульца, допустимо применять общесоюзные нормативы.

В дальнейшем определен нулевой коэффициент формы ствола по формуле (3).

$$q_0 = d_0/d_{1,3}, \quad (3)$$

где q_0 – нулевой коэффициент формы.

По критерию Стьюдента сопоставление среднего нулевого коэффициента формы в диапазоне диаметров у пня от 32 до 72 см в условиях охранной зоны заповедника «Путоранский» показало на существенность различия от общесоюзных нормативов ($t_{\phi} = 20,75 > t_{кр} = 2,02$, при уровне значимости $p = 0,05$). В диапазоне диаметров пней от 18 до 31 см в сравниваемых значениях средних коэффициентов сбежистости различий не обнаружено ($t_{\phi} = 1,22 < t_{кр} = 2,18$).

Таким образом, необходимо отметить, что в районе исследования в наиболее встречаемом диапазоне диаметров лиственницы 18–32 см возможно использовать нормативы таблицы А. М. Межибовского и В. Е. Шульца «Зависимость диаметра ствола на высоте 1,3 м от диаметра пня», утвержденные в общесоюзных нормативах [1]. В диапазоне диаметров у пня до 16 и с 34 до 72 см необходимо применять местную таблицу, а также нулевые коэффициенты формы соответствующие локальным условиям произрастания лиственницы даурской.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования получена зависимость диаметра ствола породы лиственницы даурской на высоте 1,3 м от диаметра пня для условий западной окраины плато Путорана и рассчитан нулевой коэффициент формы ствола. Составленное линейное уравнение имеет высокую степень адекватности.

Сравнение нулевых коэффициентов формы ствола и зависимости диаметров лиственницы на территории буферной зоны заповедника «Путоранский» с утвержденными общесоюзными нормативами показали соответствие исходной зависимости ступеням толщины в диапазоне 18–32 см. В других интервалах диаметров рекомендуется использовать данные нормативов по результатам выполненного исследования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. Приказ министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации Федеральное агентство лесного хозяйства от 16 июля 2007 г. № 184 «Об установлении правил заготовки древесины».
2. Общесоюзные нормативы для таксации лесов : справочник / [Загребеев В. В. и др.]. Москва : Колос, 1992. 494 с.
3. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока [Текст] / Федер. агентство лесного хоз-ва,

ФГУ «Дальневост. НИИ лесного хоз-ва» ; [отв. сост. и науч. ред. В. Н. Корякин]. Хабаровск : Дальневост. НИИ лесного хоз-ва, 2010. 525 с.

4. Анучин Н. П. Лесная таксация. М. : Лесн. пром-ть, 1982. 550 с.

5. Загребев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. М. : Лесн. пром-ть, 1978. 240 с.

6. Орлов М. М. Лесная таксация. 3-е изд. Л. : Лесное хоз-во и лесн. пром-ть, 1929. 532 с.

7. Флора Путорана / Л. И. Малышев, Н. С. Водопьянов, Ю. Н. Петрович и др. Новосибирск, 1976. 246 с.

8. Вайс А. А. Оптимальная форма нижней части деревьев основных лесообразующих пород Сибири // Вестник КрасГАУ. 2010. № 3. С. 86–89.

9. Матвеев С. М., Гупалов Д. И. Лесоводственный и дендроклиматический анализ состояния насаждений лиственницы Гмелина западной части плато Путорана [Текст] // Лесохозяйственный журнал. 2015. № 3. С. 54–65.

10. Структура и динамика древесной и кустарниковой растительности на верхнем пределе своего произрастания на плато Путорана [Текст] / А. С. Тимофеев, С. О. Вьюхин, А. А. Григорьев, П. А. Моисеев // Леса России и хозяйство в них. 2021. № 1(76). С. 23–28.

11. Янченко З. А. Разнообразие лесной растительности в горах Токинда (оз. Кутарамакан, Северо-запад плато Путорана) [Текст] // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 9. С. 34–36.

REFERENCES

1. Prikaz ministerstvo prirodnih resursov i ekologii Rossijskoj Federacii Federal'noe agentstvo lesnogo hoz'yajstva ot 16 iyulya 2007 g. № 184 "Ob ustanovlenii pravil zagotovki drevesiny".

2. Obshchesoyuznye normativy dlya taksacii lesov: Spravochnik / [Zagreb V. V. i dr.]. Moskva : Kolos, 1992. 494 s.

3. Spravochnik dlya ucheta lesnyh resursov Dal'nego Vostoka [Tekst] / Feder. agentstvo lesnogo hoz-va, FGU "Dal'nevost. NII lesnogo hoz-va"; [otv. sost. i nauch. red. V. N. Koryakin]. Habarovsk : Dal'nevost. NII lesnogo hoz-va, 2010. 525 s.

4. Anuchin N. P. Lesnaya taksaciya. M. : Lesn. prom-t', 1982. 550 s.

5. Zagreb V. V. Geograficheskie zakonomernosti rosta i produktivnosti drevostoev. M. : Lesn. prom-t', 1978. 240 s.

6. Orlov M. M. Lesnaya taksaciya. 3-e izd. L.: Lesnoe hoz-vo i lesn. prom-t'. 1929. 532 s.

7. Flora Putorana / L. I. Malyshev, N. S. Vodop'yanov, Yu. N. Petrochenko i dr. Novosibirsk, 1976. 246 s.

8. Vajs A. A. Optimal'naya forma nizhnij chasti derev'ev osnovnyh lesoobrazuyushchih porod Sibiri // Vestnik KrasGAU. 2010. № 3. С. 86–89.

9. Matveev S. M., Gupalov D. I. Lesovodstvennyj i dendroklimaticheskij analiz sostoyaniya nasazhdenij listvennicy Gmelina zapadnoj chasti plato Putorana [Tekst] // Lesohozyajstvennyj zhurnal. 2015. № 3. С. 54–65.

10. Struktura i dinamika drevesnoj i kustarnikovej rastitel'nosti na verhnem predele svoego proizrastaniya na plato Putorana [Tekst] / A. S. Timofeev, S. O. V'yuhin, A. A. Grigor'ev, P. A. Moiseev // Lesa Rossii i hozyajstvo v nih. 2021. № 1(76). С. 23–28.

11. Yanchenko Z. A. Raznoobrazie lesnoj rastitel'nosti v gorah Tokingda (oz. Kutaramakan, Severozapad plato Putorana) [Tekst] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. Т. 31. № 9. С. 34–36.

© Калачев В. А., Вайс А. А., 2024

Поступила в редакцию 20.12.2023
Принята к печати 03.06.2024