

4. Quibell G. The effect of suspended sediment on reflectance from freshwater algae // International Journal of Remote Sensing. – 1991. – Vol. 12 (1). – P. 177-182.

5. Quibell G. Estimating chlorophyll concentrations using upwelling radiance from different freshwater algal genera // International Journal of Remote Sensing. – 1992. – Vol. 13 (14). – P. 2611-2621.

6. Fischer J., Kronfeld U. Sun-stimulated chlorophyll fluorescence 1: Influence of oceanic properties // International Journal of Remote

Sensing. – 1990. – Vol. 11 (12). – P. 2125-2147.

7. Turner D. Remote sensing of chlorophyll a concentrations to support the Deschutes Basin Lake and reservoir TMDLs. Report to EPA for 104b3 grant, component 4. Oregon Department of Environmental Quality. June 2010.

8. Farag H., El-Gamal A. Assessment of Eutrophic Status of Lake Burullus using Remote Sensing // International Journal of Environmental Science and Engineering (IJESE). – 2011. – Vol. 2. – P. 61-74.



УДК 630.5

С.Л. Шевелев
S.L. Shevelev

ФОРМИРОВАНИЕ КОРЫ СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ

THE FORMATION OF PINUS SIBIRICA BARK

Ключевые слова: сосна кедровая сибирская, ствол дерева, кора ствола, математическая модель, модельное дерево.

Установлены закономерности формирования коры стволов сосны кедровой сибирской. Кора, формирующаяся на стволах, не только влияет на их форму, но и является одним из факторов, оказывающих влияние на сортиментную и товарную структуры древостоев. Объектом исследования являлись древостои сосны кедровой сибирской в Приангарском лесном районе. Цель работы – установление особенностей формирования коры на различных участках стволов для совершенствования методик построения и уточнения ряда таксационных нормативов. Сбор данных осуществлялся методом закладки пробных площадей. Были заложены три пробные площади, на которых срублены и обмерены 104 модельных дерева. Проанализированы и сопоставлены данные по объему коры сосны кедровой сибирской, полученные из шести источников, проведена их отборка. Для анализа особенностей формирования коры в различных частях древесных стволов были исчислены величины «коэффициента коры», определяемого как отношение диаметра ствола без коры к диаметру ствола в коре. Найдены средние значения «коэффициента коры» на различных относительных высотах стволов, соответствующих десятым долям высоты ствола. Эти данные послужили основой для получения математической модели, позволяющей прогнозировать величину «коэффициента коры» на отдельных участках стволов различного диаметра. Рассчитана вспомогательная таблица для получения величины коэффициента. Результаты работы были сопоставлены

с аналогичными характеристиками для стволов лиственницы сибирской. Оказалось, что изменения коэффициента с увеличением диаметра ствола имеют одну тенденцию – увеличение доли древесины и снижение доли коры. В то же время с продвижением по стволу от комля к вершине относительная доля коры в диаметре ствола возрастает. Характер изменения индивидуален для каждой породы.

Keywords: *Pinus sibirica*, tree trunk, trunk bark, mathematical model, model tree.

This study deals with the determination of the regularities of the formation of *Pinus sibirica* trunk bark. The bark being formed on the trunks influences their shapes and is one of the factors effecting the assortment and commodity structure of tree stands. The research targets were the *Pinus sibirica* stands of the Priangarskiy forest area. The research goal was the determination of the formation features of the bark at different trunks parts with the purpose of improving the techniques of development and specification of inventory standards. The data were collected by the technique of sample plots assigning. Three sample plots were assigned; 104 model trees were cut and measured. The data on the bark volume of *Pinus sibirica* obtained from 6 sources were analyzed, compared and culled. To analyze the formation features of bark at different trunk parts, the values of "bark coefficient" were calculated; it was defined as the relation of the trunk diameter without bark to the trunk diameter with bark. The average values of "bark coefficient" at different related trunk heights corresponding to the tenths of the trunk height were determined. These data became the

base for obtaining the mathematical model enabling to predict the value of "bark coefficient" at specific trunk parts of different diameters. An auxiliary table for obtaining the coefficient was calculated. The results were compared to the similar characteristics for *Larix sibirica* trunks. It was found that the coefficient

changes with increasing trunk diameter tend to the timber part increase and bark part decrease. At the same time when moving from the butt-end to the top along the trunk the related part of the bark in the trunk diameter increases. The pattern of the changes is unique for each species.

Шевелев Сергей Леонидович, д.с.-х.н., проф., зав. каф. лесной таксации, лесоустройства и геодезии, Сибирский государственный технологический университет, г. Красноярск. Тел.: (391) 227-88-83. E-mail: taksator@sibstu.kts.ru.

Shevelev Sergey Leonidovich, Dr. Agr. Sci., Prof., Head, Chair of Forest Inventory, Forest Management and Geodesy, Siberian State Technological University, Krasnoyarsk. Ph.: (391) 227-88-83. E-mail: taksator@sibstu.kts.ru.

Введение

Кора не только влияет на форму древесных стволов, но является одним из факторов, оказывающих влияние на сортиментную и товарную структуры древостоев, а также на точность определения объемов бревен по таблицам объемов круглых лесоматериалов (в соответствии с ГОСТ 2708-75). Следует отметить, что в специальной литературе вопросам формирования коры у деревьев кедров уделено крайне малое внимание [1].

Цель работы – установление особенностей формирования коры на различных участках стволов для совершенствования методик построения и уточнения ряда лесотаксационных нормативов, включающего сортиментные, товарные таблицы, таблицы объема и сбega, таблицы объемов лесоматериалов круглых.

Объекты и методы

Объектом исследования явились древостои сосны кедровой сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) в Приангарском лесном районе (Енисейское лесничество Красноярского края).

Сбор данных велся методом закладки пробных площадей в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 «Площади пробные лесоустроительные. Методы закладки». На трех пробных площадях было срублено и обмерено 104 модельных дерева.

Древостои пробных площадей характеризуются следующим. В составе древостоев сосна кедровая сибирская занимает от 6 до 8 ед., в числе сопутствующих пород пихта, ель, береза. Возраст древостоев 130-160 лет, средний диаметр 20-24 см, средние высоты 16,6-20,1 м, относительные полноты изменяются в пределах 0,5-0,7, бонитет IV (по шкале И.В. Семечкина, В.Ф. Лебкова). Древостои относятся к зеленомошной группе леса типов леса.

Результаты и их обсуждение

Закономерности формирования коры отдельных лесобразующих пород в различных лесорастительных условиях рассмотрены в работах М.М. Орлова [2]; А.В. Тюрина [3]; F. Loetsch, F. Zohrer, K. Haller [4]; И.И. Гусе-

ва [5]; И.А. Нахабцева [6]; В.Н. Евстафьева [7] и др.

На начальном этапе выполнения работы анализу подверглись данные ряда сортиментных таблиц кедров, составленных для различных регионов Сибири, позволяющие судить о доле коры в объеме ствола.

Анализовались сортиментные таблицы кедров для Восточной и Западной Сибири, составленные И.В. Семечкиным, В.Е. Поповым [8]; таблицы для северной и средней тайги Западно-Сибирской равнины, составленные Е.П. Смолоноговым, В.И. Седых в 1970 г. [9], опубликованные в Справочном пособии по таксации лесов Сибири [10] и в монографии В.Н. Седых «Динамика равнинных кедровых лесов Сибири» [11]; таблицы, составленные сотрудниками Ленинградской аэровизуальной экспедиции для древостоев кедров Республики Тыва [10], опубликованные в этом же справочном пособии; таблицы, помещенные в Полевом справочнике таксатора [12].

Для анализа были использованы таблицы объема коры кедров Новосибирской области, составленные В.Е. Шульцом и опубликованные в Справочнике таксатора [13].

Основная масса сравниваемых нормативов показала достаточно близкие данные процентов объемов коры. Исключение составили таблицы для кедров Республики Тыва, составленные Ленинградской аэровизуальной экспедицией, где объем коры на 50-70% был ниже, чем в остальных нормативах. Данные этих таблиц были отбракованы.

На рисунке 1 приведен график, иллюстрирующий относительный объем коры (V_k) деревьев сосны кедровой сибирской различного диаметра ($D_{1,3}$) по сведениям ряда авторов. Здесь же представлена величина этого показателя, полученного по данным модельных деревьев для района исследования.

Связь этого показателя с диаметром стволов на высоте 1,3 м отображается уравнением вида:

$$V_k = 26.7139(D_{1,3} - 4.3444)^{0.2032}. \quad (1)$$

Далее, для установления особенностей формирования коры в различных частях древесного ствола были рассчитаны величины коэффициента «К», предложенного Анто-

найтисом и Жадейкисом [14]. Коэффициент исчисляется как отношение диаметра ствола без коры ($D_{б.к}$) к диаметру ствола в коре ($D_{в.к}$) и характеризует долю древесины в величине диаметра ствола в коре:

$$K = (D_{б.к} / D_{в.к}) * 100. \quad (2)$$

После обработки данных модельных деревьев были найдены средние значения коэффициента «К» для различных относительных высот ($H_{отн}$) стволов отдельных ступеней толщины.

Полученные средние сформировали поле, показанное на графике (рис. 2).

Эти данные явились основой для расчета математической модели, позволяющей прогнозировать величину «К» на отдельных

участках стволов разного диаметра. Она имеет вид:

$$K = 90,078 - 10,254 \cdot H_{отн} + 0,175 \cdot D_{1,3}. \quad (3)$$

Адекватность модели характеризуется коэффициентом детерминации (R^2), равном 0,641, при стандартной ошибке уравнения 2,844.

Далее, на основе модели рассчитана вспомогательная таблица для получения величины коэффициента «К» при построении лесотаксационных таблиц для оценки деревьев и древостоев сосны кедровой сибирской в зависимости от диаметра ствола на высоте 1,3 м по относительным высотам, соответствующим десятым долям высоты ствола (табл.).

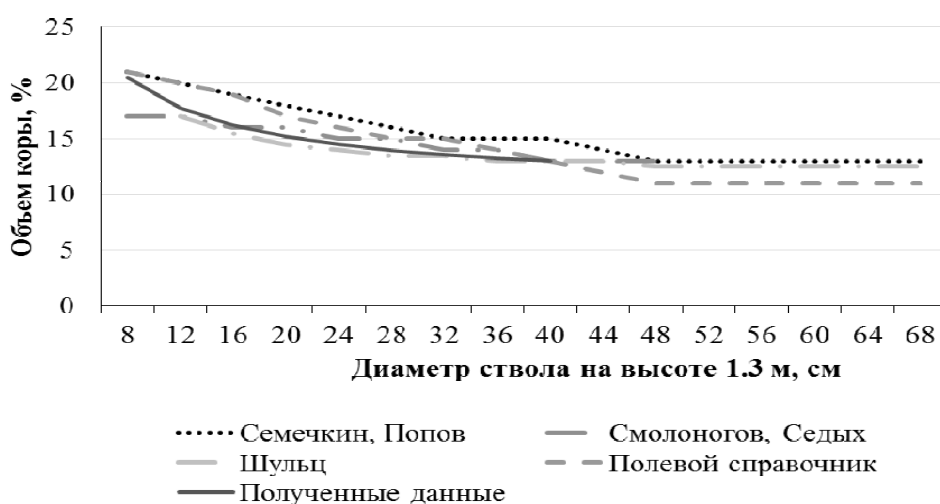


Рис. 1. Объем коры сосны кедровой сибирской, % от объема ствола в коре

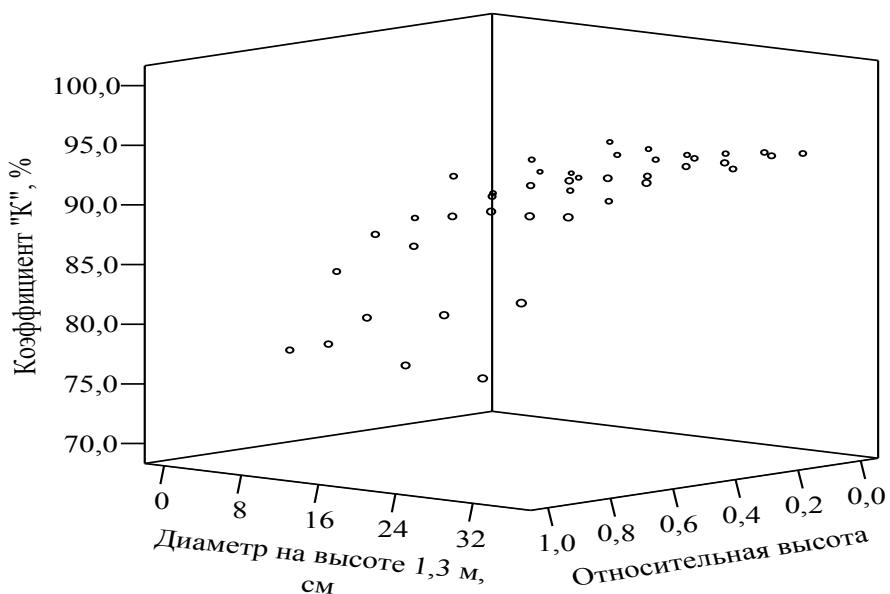


Рис. 2. Средние величины коэффициента «К» по относительным высотам

Величина коэффициента «К» в зависимости от диаметра ствола на высоте 1,3 м и относительной высоты, %

Относительная высота	Степень толщины, см							
	8	12	16	20	24	28	32	36
0	91,5	92,2	92,9	93,6	94,3	95	95,7	96,4
0,1	90,5	91,2	91,9	92,6	93,3	94	94,7	95,4
0,2	89,5	90,2	90,9	91,6	92,3	93	93,7	94,4
0,3	88,4	89,1	89,8	90,5	91,2	91,9	92,6	93,3
0,4	87,4	88,1	88,8	89,5	90,2	90,9	91,6	92,3
0,5	86,4	87,1	87,8	88,5	89,2	89,9	90,6	91,3
0,6	85,3	86,0	86,7	87,4	88,1	88,8	89,5	90,2
0,7	84,3	85,0	85,7	86,4	87,1	87,8	88,5	89,2
0,8	83,3	84,0	84,7	85,4	86,1	86,8	87,5	88,2
0,9	82,3	83,0	83,7	84,4	85,1	85,8	86,5	87,2



Рис. 3. Изменение величины коэффициента «К» на относительной высоте 0,5 у стволов кедр и лиственницы

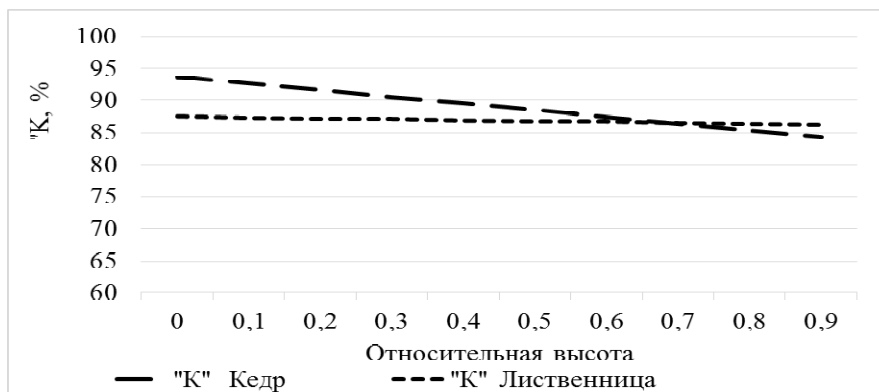


Рис. 4. Изменение величины коэффициента «К» у стволов кедр и лиственницы (диаметр на высоте 1,3 м – 20 см)

К сожалению, в специальной литературе сведения о закономерностях формирования сосны кедровой сибирской весьма ограничены, что в свою очередь ограничивает возможности сопоставления полученных результатов с другими данными.

Однако определенный интерес представляют подобные сопоставления с данными, полученными для другой древесной породы – лиственницы сибирской. На рисунках 3 и 4 показано изменение коэффициентов «К» у стволов этих древесных пород.

Из графика на рисунке 3 следует, что изменения коэффициента с увеличением диаметра ствола имеют одну тенденцию – увеличение доли древесины и снижение доли коры, причем стволы лиственницы закономерно имеют более толстую кору. В каче-

стве примера рассмотрено изменение коэффициента на относительной высоте 0,5.

В то же время из графика на рисунке 4 следует, что с продвижением по стволу от комля к вершине относительная доля коры в диаметре ствола возрастает. Характер изменения индивидуален для каждой породы, причем если доля коры у деревьев лиственницы на относительной длине 0,9 по сравнению с долей коры на 0 сечении увеличилась всего на 1,2%, то подобное изменение у деревьев кедр равно 9,2%.

Заклучение

В результате выполнения работы установлены особенности формирования коры у стволов деревьев сосны кедровой сибирской, которые необходимо учитывать при форми-

ровании и корректировке таксационных нормативов для оценки деревьев и древостоев этой породы.

Библиографический список

1. Шевелев С.Л., Смольянов А.С., Красиков И.И., Батвенкина Т.В. Закономерности формирования коры у стволов сосны кедровой сибирской // Хвойные бореальной зоны. – 2015. – Т. XXXIII. – № 3-4. – С. 135-138.
2. Орлов М.М. Лесная таксация. – 3-е изд. – Л.: Изд-во журнала «Лесное хозяйство и лесная промышленность», 1929. – 532 с.
3. Тюрин А.В. Таксация леса. Гослестехиздат. – М., 1945. – С. 197-199.
4. Loetsch F., Haller K.E. Forest Inventory. Vol II. Munchen, Germany, BLV Verlagsgesellschaft mbH. 1973.
5. Гусев И.И. Толщина и объем коры древесных стволов ели // Лесная таксация и лесоустройство: межвуз. сб. науч. тр. – Красноярск, 1981. – С. 24-30.
6. Нахабцев И.А. Таксация древесной коры: методические указания и таблицы процентов коры. – Л.: ЛТА, 1990. – 34 с.
7. Евстафьев В.Н. Закономерности формирования коры лиственницы сибирской в условиях Приангарского района: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 2007. – 23 с.
8. Семечкин И.В., Попов В.Е. Фалалеев Э.Н., Павлов Н.В., Субочев Г.К., Смольянов А.С., Шевелёв С.Л. Сортиментные таблицы кедра // Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири. – Красноярск, 1991. – 146 с.
9. Смолоногов Е.П., Седых В.Н., Беззаботнов Е.Л., Фалалеев Э.Н. и др. Сортиментная таблица для кедра северной и средней тайги Западносибирской равнины: справочное пособие по таксации лесов Сибири. – Красноярск, 1974. – Т. 1. – С. 144-146.
10. Беззаботнов Е.Л., Фалалеев Э.Н. и др. Справочное пособие по таксации лесов Сибири. – Красноярск, 1974. – Т. 1. – 216 с.
11. Седых В.Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири. – Новосибирск, Наука, 2014. – 232 с.
12. Фалалеев Э.Н., Павлов Н.В., Субочев Г.К., Смольянов А.С., Шевелёв С.Л., Беззаботнов Е.Л. и др. Полевой справочник таксатора. – Красноярск, 1983. – С. 55.
13. Шульц В.Е., Третьяков Н.В., Горский П.В., Самойлович Г.Г. Объем коры в % к объему ствола в коре по ступеням толщины для древостоев сосны, кедра и лиственницы различных районов СССР: справочник таксатора. – М.; Л.: Гослесбумиздат, 1952. – С. 347.

14. Антонайтис В., Жадейкис Р. Стандартизация в области древесного прироста. – Каунас, 1977. – 104 с.

References

1. Shevelev S.L., Smol'yanov A.S., Krasikov I.I., Batvenkina T.V. Zakonomernosti formirovaniya kory u stvolov sosny kedrovoy sibirskoi // Khvoinye boreal'noi zony. – 2015. – Т. KhKhKhIII. – № 3-4. – С. 135-138.
2. Orlov M.M. Lesnaya taksatsiya. 3-e izdanie. – L.: Izd. zhurnala «Lesnoe khozyaistvo i lesnaya promyshlennost'», 1929. – 532 s.
3. Tyurin A.V. Taksatsiya lesa. – M.: Goslestekhizdat, 1945. – S. 197-199.
4. Loetsch F., Haller K.E. Forest Inventory. Vol II. Munchen, Germany, BLV Verlagsgesellschaft mbH. 1973.
5. Gusev I.I. Tolshchina i ob'em kory drevesnykh stvolov eli // Lesnaya taksatsiya i lesoustroistvo: mezhvuzovskii sbornik nauchnykh trudov. – Krasnoyarsk, 1981. – С. 24-30.
6. Nakhabtsev I.A. Taksatsiya drevesnoi kory. Metodicheskie ukazaniya i tablitsy protsentov kory. – L.: LTA, 1990. – 34 с.
7. Evstaf'ev V.N. Zakonomernosti formirovaniya kory listvennitsy sibirskoi v usloviyakh Priangarskogo raiona: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk. – Krasnoyarsk, 2007. – 23 s.
8. Falaleev E.N., Pavlov N.V., Subochev G.K., Smol'yanov A.C., Shevelev S.L., Semechkin I.V., Popov V.E. Sortimentnye tablitsy kedra / Sortimentnye i tovarnye tablitsy dlya drevostoev Zapadnoi i Vostochnoi Sibiri. – Krasnoyarsk, 1991. – 146 с.
9. Bezzabotnov E.L., Falaleev E.N., Smolonogov E.P., Sedykh V.N. Sortimentnaya tablitsa dlya kedra severnoi i srednei taigi Zapadnosibirskoi ravniny / Spravochnoe posobie po taksatsii lesov Sibiri. Tom 1. – Krasnoyarsk, 1974. – С. 144-146.
10. Bezzabotnov E.L., Falaleev E.N. i dr. Spravochnoe posobie po taksatsii lesov Sibiri. Tom 1. – Krasnoyarsk, 1974. – 216 s.
11. Sedykh V.N. Dinamika ravninnykh kedrovyykh lesov Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 2014. – 232 s.
12. Falaleev E.N., Pavlov N.V., Subochev G.K., Smol'yanov A.C., Shevelev S.L., Bezzabotnov E.L. i dr. Polevoi spravochnik taksatora. – Krasnoyarsk, 1983. – S. 55.
13. Shul'ts V.E., Tret'yakov N.V., Gorskii P.V., Camoilovich G.G. Ob'em kory v % k ob'emu stvola v kore po stupenyam tolshchiny dlya drevostoev sosny, kedra i listvennitsy razlichnykh raionov SSSR / Spravochnik taksatora. – M.-L.: Goslesbumizdat, 1952. – S. 347.
14. Antonaitis V., Zhadeikis R. Standarti-zatsiya v oblasti drevesnogo prirosta. – Kaunas, 1977. – 104 s.

