УДК 630.5

ФОРМА СТВОЛОВ КЕДРА В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

С.Л. Шевелев, А.С. Смольянов, И.И. Красиков

ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технологический университет, 660049 г. Красноярск, пр. Мира 82. E- mail: taksator@sibstu.kts.ru

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации.

В статье рассмотрены некоторые закономерности в изменении объемообразующих показателей стволов сосны кедровой сибирской в горных лесах Восточной Сибири. Установлена степень обусловленности видовых чисел и коэффициентов формы таксационными характеристиками древесных стволов, установлен характер изменения видовых высот у стволов кедра различных диаметров и высот. Рассчитано уравнение связи между диаметром пня и диаметром ствола на высоте 1,3 м., на основе которого построена вспомогательная таблица для определения диаметров стволов при освидетельствовании мест незаконных рубок.

Ключевые слова: Сосна кедровая сибирская, пробные площади, видовые числа, коэффициенты формы, математические модели.

The article discusses some of the changes in indicators bulking trunks Pinus sibirica in the mountain forests of Eastern Siberia. The degree of conditionality kinds of numbers and aspect ratios taxation characteristics of tree trunks set the variation of species heights Pinus sibirica trunks of various diameters and heights. Find the mean number of species for trees belonging to different stages of thickness. The data obtained can be used as a basis for constructing volume tables. Calculated coupling equation between the diameter of the stump and trunk diameter at a height of 1.3 m., which is built on the basis of auxiliary table to determine the diameters of the trunks on the inspection of places of illegal logging.

Keywords: Pinus sibirica, test areas, the number of species, form factors, mathematical models.

ВВЕДЕНИЕ

Сосна кедровая сибирская *(Pinus sibirica Du Tour)* или кедр сибирский - единственное орехоносное дерево Сибири, к тому же обладающее ценной древесиной, является одним из наиболее важных объектов ведения хозяйства в этом лесном регионе.

Формирование и распространение кедровых лесов, как равнинных, так и горных, опосредовано значительным количеством природных факторов, в числе которых определяющими являются температурный режим и влагообеспеченность [3,4 и др.].

Горные кедровники Восточной Сибири (Иркутской области, Забайкальского края) тяготеют к высоким водоразделам и возвышенным плато. Преобладают древостои зеленомошной группы типов леса – III-IV, реже II классов бонитета. Древостои травяной и лишайниковой групп типов леса встречаются относительно редко. Для высокогорий характерны кедровники с подлеском из рододендрона золотистого. [2, 5].

Форма стволов кедра рассматривалась, в основном, в процессе построения объемных таблиц. Преобладающее число работ этого направления посвящено равнинным кедровникам Западной Сибири и горным древостоям юга Средней Сибири.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Полевой материал, явившийся основой настоящей работы, представлен 17 пробными площадями. Пробные площади заложены в соответствии с требованиями ОСТ 56-69-83 “Пробные площади лесоустроительные. Методы закладки”. В пределах пробных площадей было срублено и обмерено 284 модельных дерева.

Закладка проб велась в горных кедровых древостоях Зиминского лесничества (Иркутская область), относящихся к Алтае – Саянскому горно – таежному району и Хилокского лесничества (Забайкальский край), относящихся к Байкальскому горному лесному району. Таксационная характеристика древостоев пробных площадей приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Таксационная характеристика древостоев пробных площадей

№пп	Состав	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Запас $м^3$/га	Тип леса
				Зиминское лесничество				
1	7К1П2Б+Е	131	16,6	22,0	IV	0,38	116	баг.злм
2	8К1Е1БедП	145	16,2	22,6	IV	0,47	191	баг.злм
3	6К3Е1П+Б	134	16,7	20,0	IV	0,68	254	баг.злм
				Хилокское лесничество				
4	5К4Л1Б	120	17,4	20,0	III	0.69	197	баг.злм
5	5К5Л	210	18,0	24,0	V	0,89	311	злм.бр.

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	10К+П	220	19,6	30,0	IV	0.63	263	злм.бр.
7	5К3Л2Б	80	13,7	17,0	III	0.70	148	злм.бр.
8	9К1Б	110	16,6	23,0	III	0.73	213	злм.бр.
9	8К1С1Б	130	19,7	29,0	III	0,75	216	бр.злм.
10	9К1Б	135	19,8	29,0	III	0,70	265	злм.
11	6К4Л	210	21,0	32,0	IV	0,65	275	бр.злм.
12	4К6Б	50	7,0	7,6	IV	0,79	70	баг.
13	9К1Л	130	19,0	24,0	III	1.00	322	баг.
14	7К3Л	230	21,8	30,0	IV	1,00	467	бад.
15	8К2Б	123	18,5	19,5	III	0.63	187	злм.бр.
16	8К2Л	85	16,4	15,0	III	0,46	152	злм.бр.
17	9К1Л	125	18,0	22,0	III	0.66	251	злм.

Примечание: Класс бонитета определен по шкале И.В. Семечкина, В.Ф. Лебкова для древостоев кедра [1].

Древостои всех пробных площадей произрастают в условиях типичных для горных кедровников Восточной Сибири.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На первом этапе исследования была проведена оценка показателей полнодревесности стволов кедра, заложенных в объемные таблицы, которые были построены в разные годы для различных регионов Сибири.

Всего было проанализировано содержание 7 объемных таблиц. В их число вошли две таблицы объема стволов кедра в Новосибирской области (район р. Чулым, одна из них составлена В.Л. Дуденковым под руководством П.В.Горского, другая В.Е.Шульцем под руководством Н.В.Третьякова) [7]; таблица для кедровников Восточного Саяна (составлена по данным Ангарской лесной экспедиции СОПС Академии наук) [7]; таблица для древостоев кедра Западно – Сибирской равнины (составлена Е.П. Смолоноговым, В.Н.Седых, И.В.Чащихиным для древостоев второго типа по характеру изменения видовых чисел) [1,4], таблица составленная И.В.Семечкиным для древостоев кедра Западного Саяна, и более обобщенная таблица составленная им же для древостоев Западной и Восточной Сибири [1,6]. Также анализу подверглись две объемные таблицы, вошедшие в Справочное пособие по таксации лесов Сибири [1] без указания авторства для древостоев республики Тыва и Горного Алтая.

Можно отметить, что всем рассмотренным нормативам присущ один недостаток – закономерное изменение старых видовых чисел, обусловленное связью этого показателя полнодревесности стволов с их высотой, зачастую нарушено. Во многих объемных таблицах присутствуют “скачки” и незакономерная динамика видовых чисел не только у стволов одной ступени толщины, относящихся к различным разрядам высот, но и между отдельными, значительно различающимися по размерам, группами стволов. Во многом это можно объяснить применением метода графического выравнивания объемов стволов при построении таблиц на начальных этапах формирования отечественной таксационной нормативной базы.

Ниже на рисунке 1 приведен график иллюстрирующий изменение видовых чисел у деревьев различного диаметра в древостоях кедра Западно – Сибирской равнины [4] и у деревьев кедра в горных древостоях Западного Саяна [1]. Эти нормативы характеризуются закономерным изменением старых видовых чисел.

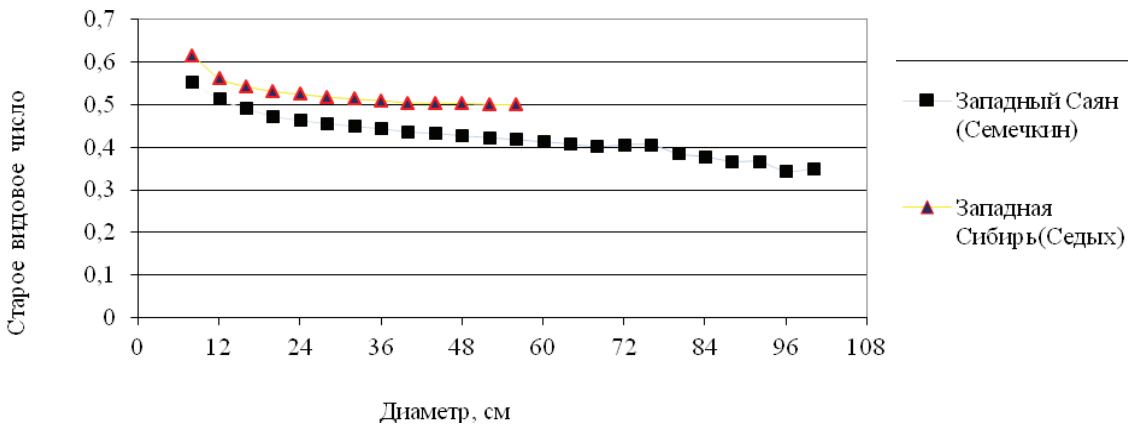


Рисунок 1 - Видовые числа у деревьев различного диаметра в равнинных и горных кедровниках

При построении графика для горных кедровников Западного Саяна находилось среднее значение видового числа для стволов пяти разрядов высоты в пределах каждой ступени толщины. Для кедровников Западно – Сибирской равнины использованы видовые числа древостоев второго типа по характеру изменения видовых чисел [4].

Из графика следует, что форма стволов в сравниваемых группах лесных сообществ имеет ощутимые различия, что не может не учитываться при построении таксационных таблиц и лесотаксационном районировании.

Статистическая обработка модельных деревьев показала, что при среднем возрасте модели – 144 года и среднем диаметре -21,1 см. они имеют следующие показатели рядов второго коэффициента формы (q_2), старого видового числа (f), видовой высоты (Hf) и видового диаметра (Df) (таблица2).

Таблица 2 – Статистические показатели рядов характеристик формы и полнодревесности стволов кедра

Статистические показатели	Показатели формы и полнодревесности стволов			
	q_2	f	Hf	Df
Среднее значение	0,70	0,502	7,87	10,45
Стандартная ошибка	0,004	0,0034	0,123	0,256
Медиана	0,71	0,500	7,87	9,75
Мода	0,71	0,451	9,76	13,49
Стандартное отклонение	0,059	0,0579	2,067	4,310
Дисперсия выборки	0,004	0,0033	4,273	18,578
Эксцесс	0,143	0,17	- 0,55	- 0,36
Асимметрия	-0,305	0,12	- 0,25	0,54
Коэффициент вариации, %	8,8	11,5	26,3	41,2
Точность опыта, %	0,5	0,68	1,6	2,4

Оценка взаимообусловленности величин второго коэффициента формы и старого видового числа таксационными характеристиками стволов кедра говорит о наличии умеренной обратной связи показателей формы с высотой и диаметром ствола.

Распределение числа стволов в совокупности по q_2 и f близко к нормальному. Таким образом можно констатировать, что для рассматриваемых древостоев характерны общие закономерности, присущие рядам показателей формы других древесных пород.

Были исчислены средние значения видовых чисел по ступеням толщины, при этом точность опыта не вышла за пределы 3,2% (этот показатель соответствует наименее представленной модельными деревьями ступени толщины – 44см.) Полученные средние были выровнены уравнением вида:

$$f_{ср} = 0.5271\text{-}0.0013x+0,8002/ D_{1.3}^{\,2} \qquad (1)$$

при коэффициенте детерминации (R^2) равном 0,81 и стандартной ошибке уравнения (S) равной 0,0103. Результаты расчетов приведены в таблице 3.

Таблицы 3 Средние значения видового числа стволов кедра по ступеням толщины

Средние значения видового числа ($f_{ср}$)	Ступени толщины, см									
	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
полученные	0,532	0,504	0,524	0,498	0,501	0,483	0,499	0,472	0,477	0,470
выровненные	0,529	0,517	0,509	0,503	0,497	0,491	0,486	0,481	0,475	0,470

Закономерно высока степень связи между видовым числом и вторым коэффициентом формы – коэффициент корреляции (R) равен 0,70. Для расчета величины видового числа, через более просто определяемую величину q_2 можно предложить следующую зависимость:

$$f = 0.056 + 0.632\ q_2 \qquad (2)$$

Адекватность уравнения характеризуют $R^2 = 0,52$ и $S = 0,044$.

Видовые высоты достаточно тесно связаны с диаметрами стволов кедра (R= 0,73), также стабильной корреляцией характеризуются видовые высоты и высоты стволов как для древостоев в целом, так и для деревьев отдельных ступеней толщины (таблица 4).

Таблица 4 Коэффициенты корреляции между высотой стволов кедра и видовыми высотами у деревьев отдельных ступеней толщины

Ступени толщины, см	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
Коэффициенты корреляции между Hf и f	0.83	0.77	0.69	0.86	0.85	0.71	0.74	0.75	0.85	0.82

Ниже сделана попытка анализа изменения величины видовой высоты у деревьев различной высоты (H) и диаметра ($D_{1.3}$). Для отдельных ступеней толщины были получены уравнения линейной зависимости между Hf и f. В таблице 5 приведены коэффициенты уравнений.

Таблицы 5 Коэффициенты уравнений Hf = a +bH

Ступени толщины,см	Коффициенты уравнений		Коэффициент корреляции (R)
	a	b	
8	0.1428	0.5017	0.83
12	0.0083	0.5037	0.89
16	0.2939	0.5017	0.85
20	-1.2103	0.5779	0.90
24	-0.0714	0.5051	0.83
28	0.9672	0.4793	0.93
32	0.0990	0.4944	0.95
36	-0.1626	0.4793	0.93
40	-0.4081	0.5082	0.95
44	-0.0669	0.4748	0.99

На рисунке 2 показан график иллюстрирующий изменение видовых высот по ступеням толщины стволов кедра. Из графика следует, что в пределах диапазона ступеней толщины 8 – 24 см. изменение видовых высот подчинено одной закономерности и графики изменения признака взаимно дополняют друг друга, так как некоторые деревья, входящие в соседние ступени толщины имеют близкие или одинаковые высоты.

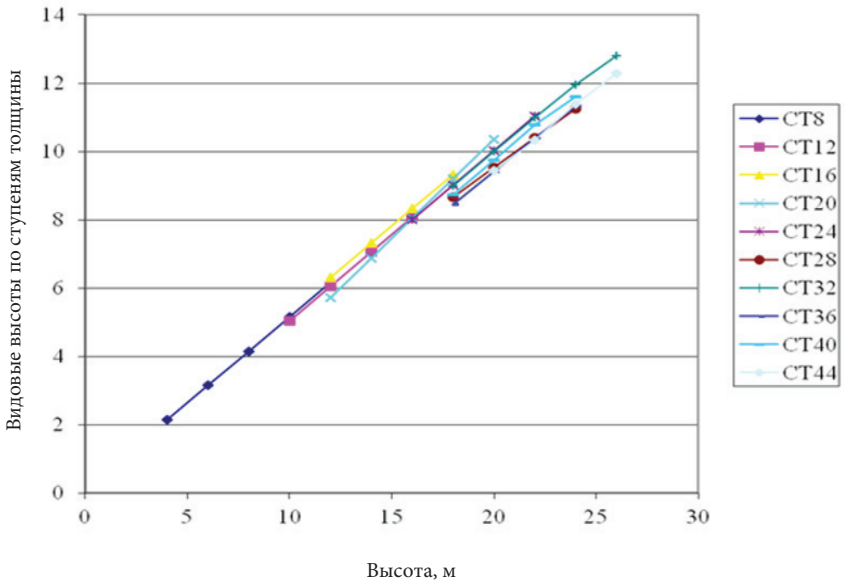


Рисунок 2 Видовые высоты стволов кедра по ступеням толщины

У деревьев большего размера (ступени толщины 36 – 44см.) закономерность несколько нарушена. Это объясняется пространственным размещением деревьев в древостоях - деревья большого диаметра, как правило, формируются на достаточном жизненном пространстве, не испытывая острой корневой конкуренции и конкуренции за свет. Это позволяет им формировать крупные, но сбежистые стволы, часто не достигающие максимальных высот. Все это снижает значения видовых высот. Следовательно, в ходе построения объемных таблиц, целесообразно, учитывая изложенное выше, при аппроксимации изменения видовых высот, отказаться от применения линейной зависимости (как это делается при построении большинства нормативов), а использовать функцию позволяющую учесть особенности изменения видовых высот у крупномерных стволов.

Целесообразно также акцентировать внимание на особенностях формы нижней части стволов кедра. В последнее десятилетие, при освидетельствовании мест незаконных рубок, возникает необходимость в нормативах позволяющих получить диаметр ствола на высоте 1,3 м. ($D_{1.3}$) по диаметру пня ($D_П$).

Для этой цели на основе имеющихся данных рассчитано уравнение следующего вида:

$$D_{1.3}=1.41 + 0.75\, D_П \qquad (3)$$

Адекватность уравнения характеризуется коэффициентом детерминации равном 0,94 при стандартной ошибке уравнения 2,07,

Вспомогательная таблица для определения диаметра на высоте 1,3м. по диаметру пня приведена ниже (таблица 6).

Таблица 6 Диаметр на высоте 1,3м. по диаметру пня у стволов кедра

$D_{П}$, см	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
$D_{1.3}$, см	7	10	12	16	19	22	25	28	31	34

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных работ установлен ряд закономерностей в изменении показателей формы стволов в горных кедровниках Восточной Сибири, которые могут быть использованы при построении объемных, сортиментных и товарных таблиц.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Беззаботнов Е.Л. Справочное пособие по таксации лесов Сибири / Е.Л. Беззаботнов, Э.Н. Фалалеев и др. Том -1. – Красноярск, 1974.-216 с.

Новосельцева И.Ф. Леса Читинской области / И.Ф. Новосельцева // Леса СССР Том 4. - Наука, М.- 1969 с.438- 468.

Поликарпов, Н.П. Горные кедровые леса Сибири и научные основы лесоводственных мероприятий / Н.П. Поликарпов. – Красноярск, 1966. – 34 с.

Седых В.Н. Динамика равнинных кедровых лесов Сибири/ В.Н. Седых. - Новосибирск, Наука. - 2014. – 232 с.

Смирнов А.В. Леса Иркутской области / А.В. Смирнов // Леса СССР Том 4. – Наука. -М.-1969 с.350-364

Сортиментные и товарные таблицы для древостоев Западной и Восточной Сибири / Фалалеев Э.Н., Павлов Н.В., Субочев Г.К., Смольянов А.С., Шевелёв С.Л., Семечкин И.В., Попов В.Е. Красноярск, 1991- 146с.

Третьяков Н.В. Справочник таксатора / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович. – Гослесбумиздат. - М.-Л.-1952. - 853 с.

Поступила в редакцию 24.03.14
Принята к печати 03.10.14