

*Sergey V. Koptev,
ScD, associate professor,
North Arctic Federal University*

Productivity Indicators and Standards of Spruce Crowns in the Northern Taiga

Keywords: *small-size wood, taxation norms, valuation parameters, distribution series, grades of tree high, tree branch form numbers.*

Annotation: *Resources of small-size wood, particularly wood of tree branches can be a significant addition to the raw materials used in processed form. However, accounting and forecast of such wood resources is not implemented in forest inventory practice yet. This is largely due to lack of forest valuation standards - assortment and commodity tables with additional information about the wood branches resource. Calculations with the use of such standards or models developed here will significantly improve the evaluation accuracy of the potential biological productivity of tree crowns.*

Целью работы является изучение показателей естественной биологической продуктивности кроны ели в северной тайге на основе размерных характеристик сучьев древесных стволов, закономерных связей объема сучьев с таксационными параметрами отдельных деревьев и насаждений в целом для определения, в конечном итоге, потенциальных ресурсов маломерной древесины.

Сучья могут представлять собой стабильный источник дополнительного сырьевого древесного ресурса. Учет и прогноз ресурсов такой древесины пока не введен в практику лесной инвентаризации. Это во многом связано с отсутствием нормативов для точного учета (в виде дополнений к сортиментным таблицам) и прогнозов (в виде дополнений к товарным таблицам), а также с практикой утилизации древесины сучьев непосредственно на лесном участке в соответствии с лесозаготовительными технологиями и лесоводственными требованиями к очистке мест рубок.

Для изучения закономерностей строения кроны ели и определения ее естественной продуктивности, были проведены исследования на пробных площадях, заложенных в модальных еловых древостоях северной тайги Европейской части России. На каждой пробной площади срубали 20-25 модельных деревьев, у которых кроме традиционных измерений проводили пересчет всех сучьев первого порядка по диаметру основания и длине на 2-метровых секциях. У репрезентативной части сучьев замеряли диаметры на относительных длинах в коре и без коры.

Относительный выход древесины из сучьев ели ниже, чем из ствола. Средняя доля коры составляет 18-23% и закономерно снижается с увеличением диаметра основания сучьев.

Сучья имеют различные размерные характеристики, зависящие от величины дерева, условий произрастания. Мелкие сучья (диаметром до 2 см), в общем запасе древесины кроны составляют до 65%. Относительный объем всех сучьев доходит до 4-9 % от объема дерева. Абсолютный объем возрастает с повышением разряда высот древостоя. Число и объем сучьев возрастает также с увеличением диаметра деревьев. Максимальное количество и объем сучьев наблюдается на деревьях в возрасте естественной спелости. Затем общие число и объем сучьев могут уменьшаться за счет их усыхания, которое происходит преимущественно в нижней части кроны.

Интегральное число сучьев для деревьев толстомерных ступеней может достигать 300-350 шт. (без учета сухих сучьев). Доля сухих сучьев от общего числа составляет 15 - 30% в зависимости от толщины и состояния деревьев. Их средние диаметры составляют 0,6 от диаметра растущих сучьев. Средняя длина сучьев на отдельных деревьях составляет от 0,9 м до 2,4 м, средний диаметр от 1,3 см до 2,7 см. в зависимости от диаметра деревьев. Наибольший диаметр сучьев составляет $1,48 \pm 0,04$ от среднего. Эту величину можно использовать в качестве редуцированного числа для определения среднего или максимального диаметра основания сучьев на дереве. Объемы сучьев, которые могут быть получены с одного ствола ели в северотаежном регионе, составляет от 0,002 до 0,28 м³.

Сбег сучьев изучали на относительных длинах (для возможности сопоставления со сбегом ствола). Сучья обладают большим сбегом, чем древесный ствол. Это подтверждается и другими исследованиями (1). Абсолютные видовые числа сучьев ели закономерно снижаются с увеличением длины сучьев и диаметра их основания.

Средняя длина сучьев увеличивается с ростом таксационного диаметра деревьев. Средний диаметр основания сучьев в основном зависит от таксационного диаметра деревьев. Сила его влияния составляет 65-76%, разряда высот 29-31% от общей суммы факторов.

Объем сучьев в зависимости от таксационного диаметра и разряда высот был выровнен с помощью множественного регрессионного уравнения:

$$V_c = \frac{(0,001058 + 0,005LnD_{1,3} - 0,00788LnR)}{(1 - 0,2456LnD_{1,3} + 0,00542LnR)}, \quad r^2=0,95 \quad m_y=0,001 \text{ м}^3$$

(1)

Где

V_c – объем сучьев на древесном стволе, м³;

$D_{1,3}$ – диаметр ствола на высоте 1,3м., см;

R – номер разряда высот древостоя по сортиментным таблицам (от 3 до 6);

r^2 – коэффициент детерминации;

m_y – основная ошибка уравнения.

Запас древесины сучьев, рассчитанный по формуле (1), приведен в таблице 1 как фрагмент дополнения к действующим региональным сортиментным таблицам северотаежных ельников (2).

Таблица 1

Объем древесины кроны ели по ступеням толщины и разрядам высот

Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола в коре, м ³	Объем сучьев в коре, м ³ (без учета сухих сучьев)
Разряд высот III			
8	9,1	0,027	0,003
12	12,5	0,075	0,009
16	15,4	0,16	0,017
20	18,3	0,29	0,026
24	20,7	0,43	0,038
28	23,2	0,70	0,053
32	25,5	0,99	0,071
36	27,3	1,36	0,096
40	29,0	1,76	0,127
Разряд высот IV			
8	8,1	0,024	0,0015
12	11,1	0,067	0,0045
16	13,9	0,14	0,009
20	16,4	0,26	0,017
24	18,8	0,39	0,026
28	20,9	0,62	0,037
32	22,8	0,88	0,053
36	24,5	1,19	0,073
40	26,0	1,56	0,099

Для прогнозных расчетов продуктивности кроны ели северотаежного региона, в зависимости от среднего диаметра (D_{cp}) и средней высоты древостоя (H_{cp}) с учетом закономерностей распределения числа деревьев по ступеням толщины получена регрессионная модель:

$$M_c = -30,679 + \frac{105,245}{D_{cp}} + 4,647H_{cp} - 0,2332H_{cp}^2 + 0,004143H_{cp}^3, \quad r^2=0,87$$

$$m_y=1,31 \quad (2)$$

Где

M_c – запас сучьев, % от общего запаса древостоя;

D_{cp} – средний диаметр древостоя, см;

H_{cp} – средняя высота древостоя, м.

Величина процента запаса сучьев для различных соотношений средних диаметров и высот древостоев колеблется от 3 до 8% .

На основе выявленных закономерностей разработаны дополнения к региональным товарным таблицам (3). Фрагмент дополнений приведен в таблице 2.

Таблица 2

Фрагмент товарных таблиц северотаежных ельников с дополнительными ресурсами древесины из кроны

Средний диаметр древостоя, см	Средняя высота древостоя, м	Древесина сучьев, % от общего запаса древостоя
16	10	3,5
	12	4,6
	14	6,0
	15	7,8
20	12	4,4
	14	5,0
	16	6,1
	18	7,4
24	14	4,9
	17	5,2
	19	5,9
	20	7,1

Заключение

Древесина кроны ели является существенным дополнительным сырьевым ресурсом для биоэнергетики, механической и химической переработки. Выявленные показатели продуктивности кроны ели, основанные на закономерностях ее строения, позволяют получить дополнения к нормативам таксации сортиментной и товарной структуры насаждений. Это повысит точность учета всех доступных древесных ресурсов при лесоустройстве и лесоинвентаризации, а также расчеты фитомассы и углеродного баланса в ельниках Европейского Севера России.

References:

1. Gusev II, Sokolov NN. *The volume of branches and the weight of coniferous paws in spruce forests of the North: News of higher educational institutions. Forest Journal, 1973, No. 3; 26-29.*
2. Gusev II, Koptev SV. *Assortment structure of a Northern spruce: News of higher educational institutions. Forest Journal, 1991, No. 4; 3-11.*
3. Gusev II, Koptev SV. *Marketability of Northern taiga spruce forests: Increase the productivity of Northern Europe forests: AILiH. Arkhangelsk, 1992; 56-66.*