

В. В. Протопопов, В. М. Горбатенко

Биологическая продуктивность и биометрические показатели некоторых типов лиственничных биогеоценозов южной части Средней Сибири

(Институт леса и древесины СО АН СССР)

В итоге длительных стационарных исследований трансформирующего влияния лесных биогеоценозов на факторы окружающей среды выяснилось, что многие общепринятые морфологические характеристики фитоценозов не всегда достаточны для объяснения некоторых вскрытых закономерностей и явлений в этих сложных процессах. В связи с этим потребовалось пойти по пути получения ряда более объективных биометрических показателей лесных биогеоценозов, которые рассматриваются нами как сложные биофизические системы (В. В. Протопопов, 1965).

Биометрические показатели, к которым мы относим площадь, массу, структуру ассимиляционного аппарата, общий вес подземной и надземной фитомассы, ее объем, пространственную сомкнутость, объемную полноту, объемный вес древостоев, более полно и конкретно характеризуют биогеоценозы, как сложные биофизические системы. Применение этих показателей в практике исследований позволяет глубже и полнее изучать специфические процессы, происходящие в лесу, в том числе и такие, как трансформирующее влияние леса на радиацию, осадки, ветровой режим, газовый состав атмосферы, ее электрические свойства и т. д.

Кроме того, полученные при определении биометрических параметров зависимости между таксационными показателями и весом кроны и хвои деревьев значительно упрощают учет этих элементов при определении объема работ по очистке, трелевке деревьев с кронами, а в перспективе и при подсчете сырьевых ресурсов отходов.

В процессе проведенных комплексных исследований по-

лучены также данные, характеризующие биологическую продуктивность лесных фитоценозов и химический состав растений их образующих.

Эти данные представляют определенный интерес в связи с активизацией исследований в области изучения распределения запасов органического вещества на нашей планете, его накоплении в биогеоценозах, превращениях и круговороте, намеченных в рамках «Международной биологической программы».

В настоящей работе рассматриваются результаты наших исследований, проведенных в вышеуказанном направлении в лиственничных биогеоценозах Западного Саяна и Тувинской АССР в 1963—66 гг. Работы проводились на трех постоянных пробных площадях. Одна из них (пр. пл. № 16-Т) заложена в Турано-Уюкской котловине в лиственничнике злаково-разнотравном, в возрасте 40 лет, бонитет IV, полнота 0,47, произрастающем на северо-восточном склоне небольшой возвышенности, крутизной 28°. Вторая в лиственничнике злаково-разнотравном (пр. пл. № 14-Т) в возрасте 80 лет, бонитет IV, полнота 0,64, произрастающем на юго-западной экспозиции с крутизной 9°.

Таблица 1
 Климатическая характеристика районов исследований

№№ пробных площадей	Средняя годовая температура воздуха (в С°)	Средняя температура воздуха в июле (в С°)	Суммы положительных температур воздуха (в С°)		Годовое количество осадков (в мм)	Количество осадков за вегетационный период (в мм)	Средняя относительная влажность воздуха за вегетационный период (в проц.)	Средний дефицит влажности воздуха за вегетационный период (в мм)	Продолжительность вегетационного периода (в днях)
			< 5°	> 10°					
16-Т	-5,6	17,1	1846	1519	303	232	—	7,9	145
14-Т*	-5,0	16,5	1800	1600	400	300	47	6,7	≈ 140
2-И	-3,8	16,7	1800	1600	600	400	49	6,5	≈ 130

* Примечание. Климатические данные получены расчетным методом.

Третья пробная площадь расположена в лиственничнике бруснично-багульниково-зеленомошном (пр. пл. № 2-И) на склоне северо-северо-восточной экспозиции, крутизной около 16°. Возраст древостоя — 180 лет, бонитет

IV, полнота 0,8. Почва торфянисто-слабоподзолистая. Две последние пробные площади (№ 15-Т и 2-И) расположены на южном мегасклоне Западного Саяна, в его южной и средней части. Климатические условия районов произрастания изучаемых древостоев отличаются, главным образом, по количеству осадков и режиму влажности воздуха, наблюдаются также незначительные различия в режимах термики (табл. 1).

Изучение биологической продуктивности лесных биогеоценозов проводилось по методике, которая в настоящее время освещена в «Программе-минимум по изучению биологической продуктивности лесных растительных сообществ», разработанной Институтом леса и древесины СО АН СССР под руководством академика А. Б. Жукова (1965).

Для получения биометрических показателей, в частности, объемного пространства, занятого кронами деревьев, нами был применен графико-геометрический способ, сущность которого сводилась к следующему: с помощью специально сконструированного прибора на базе оптического дальномера производился замер диаметров крон по вертикали, в двух проекциях, в 5—10 точках в зависимости от их строения.

На основании полученных данных вычерчивались в соответствующих масштабах проекции крон в трех плоскостях. Затем кроны деревьев разбивались на отдельные участки, представляющие из себя простые геометрические тела и определялся их объем, объем всей кроны и древостоя в целом.

Результаты исследований, характеризующих элементы, биологической продуктивности лиственных фитоценозов, представлены в таблице 2.

Таблица 2
Количество органического вещества т/га (абсолютно сухой вес)

Возраст	Крона		Ствол		Надземная часть	Корни	Весь древостой	Подлесок, подрост	Живой покров	Подстилка	Общая надземная биомасса
	хвоя	ветви	древесина	кора							

ТИП ЛЕСА

	Лиственный бруснично-багульниково-зеленомошный										
180	2,3	9,8	115,6	21,4	149,1	38,0	187,1	0,6	3,5	25,5	178,7
	Лиственный злаково-разнотравный										
80	1,8	8,2	77,8	10,9	98,2	26,6	124,8	0,5	4,0	8,8	111,5
	Лиственный злаково-разнотравный										
40	2,2	6,4	57,0	8,2	73,8	19,9	93,7	0,4	2,4	7,7	84,3

Таблица 3

Содержание химических веществ (в числителе вес в кг, в знаменателе
 % на абсолютно сухое вещество)

Тип леса	Наименова- ние хими- ческих элементов		К р о н а		С т в о л		Корни	Живой напочвен- ный покров	Под- стилка
	хвоя	ветви	дре- веси- на	к о р а					
Лиственничник	N	32,2/1,4	44,1/6,45	375,8/0,24	38,5/0,18	106,4/0,28	34,3/0,98	234,3/0,97	
бруснично-	P ₂ O ₅	17,0/0,74	18,6/0,19	78,3/0,05	49,2/0,23	30,4/0,08	21,3/0,61	112,2/0,44	
багульниково-	MgO	9,2/0,4	20,6/0,21	422,8/0,27	—	84,4/0,23	7,7/0,22	137,7/0,54	
зеленомошный,	CaO	36,8/1,6	87,2/0,89	448,5/0,28	445,1/2,08	448,4/1,18	65,8/1,88	410,5/1,61	
возраст 180 лет	K ₂ O	16,3/0,71	25,9/0,27	31,3/0,02	0	7,6/0,02	50,0/1,43	66,3/0,26	
Всего на 1 га		103,2	196,4	1356,7	532,8	677,2	179,1	961,0	
Лиственничник	N	25,3/1,15	15,4/0,24	57,0/0,1	—	—	—	102,4/1,33	
злаково-разно-	P ₂ O ₅	7,0/0,32	16,0/0,25	11,4/0,02	—	—	—	22,3/0,29	
травный, воз-	MgO	5,4/0,29	32,6/0,51	136,8/0,24	—	—	—	19,2/0,25	
раст 40 лет	CaO	22,2/1,01	64,8/1,06	205,2/0,36	—	—	—	166,3/2,16	
	K ₂ O	16,5/0,75	18,6/0,29	45,6/0,08	—	—	—	23,1/0,3	
Всего на 1 га		76,4	147,4	456,0	—	—	—	333,3	

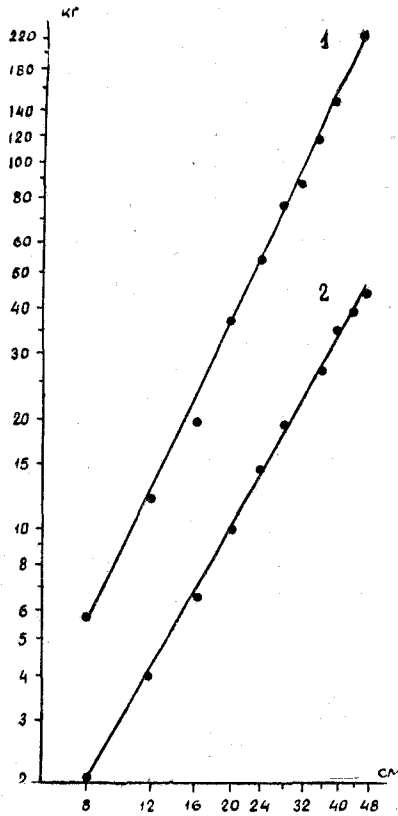


Рис. 1. Зависимость между диаметром дерева и весом кроны и хвои (1 — крона; 2 — хвоя).

Из приведенных данных следует, что количество органического вещества (включая подрост, подлесок, живой напочвенный покров и подстилку) в лиственничниках злаково-разнотравных в возрасте 40—80 лет составляет соответственно 84,3—111,5 т/га, а в лиственничнике бруснично-багульниково-зеленомошном в возрасте 180 лет — 178,7 т/га. Вес хвои в исследованных древостоях изменяется от 1,8 до 2,2 т/га, вес подроста и подлеска колеблется в пределах 0,4—0,6 т/га, живого напочвенного покрова — 2,4—4,0 т/га, а подстилки — 7,7—25,5 т/га.

Учитывая, что о химическом составе растений Сибири имеется мало сведений, в таблице 3 приводятся данные химических анализов, показывающих содержание азота и некоторых зольных элементов в различных частях деревьев, живом напочвенном покрове и подстилке.

Анализ приведенных данных показывает, что, несмотря на некоторые различия в лесорастительных условиях и возрасте насаждений, больших различий в химическом составе органического вещества в двух исследованных древостоях не наблюдается. Как уже указывалось, в процессе исследований и при анализе полученных данных выявлен ряд зависимостей между таксационными признаками и биометрическими показателями деревьев. Практический интерес представляет установленная зависимость между диаметрами деревьев и весом их крон и хвои. Эти зависимости выражаются уравнением показательной кривой вида: $y = ax^b$. Удобнее их представить в виде графика, построенного в логарифмических координатах (рис. 1). На демонстрируемом графике по оси абсцисс отложены логарифмы диаметров, а на оси ординат логарифмы веса крон и хвои.

Для упрощения определения веса крон и хвои, в зависимости от диаметра деревьев, составлена таблица 4, в которой приводятся данные, перенесенные с графика рис. 1. Математическим анализом установлено, что ошибка при определении веса крон и хвои по табличным данным не превышает 3—8% от данных, полученных путем взвешивания модельных деревьев.

Таблица 4
 Изменение веса крон и хвои в зависимости от диаметра деревьев

Вес (в кг)	Диаметр (в см)										
	δ	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48
Крона	4,5	11,0	21,0	35,0	50,0	71,0	94,0	120,0	155,0	185,0	220,0
Хвоя	2,0	4,1	6,8	10,0	14,0	18,0	23,0	28,0	33,0	39,0	45,0
Процент хвои от общего веса	45,0	37,0	33,0	29,0	28,0	25,0	24,0	23,0	21,0	21,0	20,0

Известно, что работы, связанные с определением веса крон и хвои, очень трудоемки, в связи с этим нами предпринята попытка упростить получение этих показателей. С этой

целью был проанализирован ряд таксационных и биометрических показателей и выявлена хорошо выраженная зависимость между площадью поперечного сечения ствола и весом его кроны.

Оказалось, что вес кроны деревьев лиственницы на 1 м² поперечного сечения стволов при диаметрах от 8 см до 48 см изменяется в пределах 1070 кг/м²—1210 кг/м², а хвои от 250 кг/м² до 400 кг/м². В среднем же для исследованных районов вес кроны и хвои соответственно равен 1160 кг/м² и 310 кг/м².

Зная сумму площадей сечения стволов на 1 га, можно с точностью 5—8% определить вес кроны и хвои по следующим формулам:

$$P_k = 1,16 C \left[\frac{T}{га} \right], \quad P_x = 0,31 C \left[\frac{T}{га} \right],$$

где P_k, P_x — вес кроны и хвои деревьев на 1 га,

C — сумма площадей сечений стволов на 1 га.

Не имея возможности остановиться на всех биометрических показателях, используемых в наших биогеоценотических исследованиях, рассмотрим лишь такие, как объемную полноту древостоя, объемный вес кроны и объемный вес фитоценоза.

Под объемной полнотой фитоценоза мы понимаем отношение суммы объемов кроны всех деревьев подлеска, подроста и живого напочвенного покрова, произрастающих на единице площади, к объему пространства, занятого древостоем на этой же единице площади. Этот биометрический показатель можно представить в следующем виде:

$$V_n = \frac{V_k + V_a + V_m}{10^4 H_{cp}},$$

где V_n — объемная полнота древостоя,

V_k — объем кроны на 1 га, м³,

V_a — объем подлеска и подростка на 1 га, м³,

V_m — объем травяного покрова на 1 га, м³,

H_{cp} — средняя высота древостоя, м.

Определение объемной полноты биогеоценозов в целом, особенно с включением объема подлеска, подростка и живого напочвенного покрова, представляет очень сложную операцию и может производиться при проведении специальных исследований. С меньшей точностью представление об объемной полноте хвойных древостоев, имеющих конусовидную и эллипсоидную форму кроны, можно получить по предлагае-

мой нами формуле, в которой использованы в основном обычные таксационные показатели:

$$V_n = \frac{0,333 S_k \cdot h_k \cdot n}{10^4 H_{cp}},$$

где V_n — объемная полнота древостоя,

$S_k = \frac{\sum S}{n}$ — площадь горизонтальной проекции кроны среднего дерева,

$\sum S$ — сумма проекций кроны всех деревьев на 1 га,

n — число деревьев на 1 га,

h_k — протяженность живой кроны среднего дерева,

H_{cp} — средняя высота древостоя.

Объемная полнота для исследованных древостоев составила: в лиственничнике бруснично-багульниково-зеленомошном 180 лет — 0,166, в лиственничнике злаково-разнотравном 80 лет — 0,2 и в лиственничнике злаково-разнотравном 40 лет — 0,3. Наибольшая объемная полнота соответствует самому молодому из исследованных лиственничных древостоев. С увеличением возраста древостоя объемная полнота уменьшается до 0,166. Можно предполагать, что в пределах одного класса возраста объемная полнота будет изменяться в зависимости от продуктивности древостоя.

Следующий биометрический показатель — объемный вес кроны. Он дает представление о количестве органического вещества, сконцентрированного в 1 м³ воздушного пространства, ограниченного кроной дерева, и вычисляется по следующей формуле:

$$g_k = \frac{P_k}{V_k} \left[\frac{кг}{м^3} \right],$$

где g_k — объемный вес кроны, кг/м³,

P_k — вес кроны, кг,

V_k — объем кроны, м³.

Для исследованных древостоев объемный вес кроны (абсолютно сухой вес) колеблется в сравнительно небольших пределах, в среднем от 0,33 кг/м³ до 0,37 кг/м³. При этом он оказался выше в лиственничнике в возрасте 80 лет (0,34 кг/м³) и еще меньше в лиственничнике в возрасте 40 лет (0,33 кг/м³). Таким образом, с увеличением возраста древостоев от 40 до 180 лет объемный вес кроны деревьев увеличивается, но не в очень значительных пределах.

Объемный вес насаждения (g) в целом мы определяем по формуле:

$$g = \frac{P_g}{10^4 H_{cp}} \left[\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right],$$

где P_g — абсолютно сухой вес надземной фитомассы древостоя на 1 га,

H_{cp} — средняя высота древостоя.

Этот биометрический показатель, характеризующий лесные фитоценозы как бисфизические системы в исследованных лиственничных древостоях, изменяется в очень небольших пределах — от 0,92 до 0,96 кг/м³.

Вышеизложенные материалы по биологической продуктивности некоторых типов лиственничных древостоев юга Средней Сибири и по их биометрическим показателям не разрешают затронутые вопросы с исчерпывающей полнотой и требуются дальнейшие усилия для их окончательного завершения.