

УДК 630*587

О. С. Бахур, аспирант (БГТУ)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРОЕНИЯ ПОЛОГА СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ

В статье рассмотрены закономерности строения полога соснового древостоя в орляковом и мшистом типах леса. Описаны морфологические признаки полога соснового древостоя, дана классификация и рассмотрены методы его изучения. Приведены методика выполнения работ и результаты исследований закономерностей строения соснового древостоя. Выполнено описание форм крон и структуры полога древостоя в зависимости от типа леса и возраста.

Regularities of a structure of bed curtains of a pine forest stand in article are considered. Morphological characteristics of bed curtains of a pine forest stand are described. Classification of canopy is given and methods of its studying are considered. The technique of performance of works is described and the results of regularities of the structure of a pine forest stand is given. The description of forms of canopy and structure of bed curtains of a pine forest stand depending on wood and age type is executed.

Введение. Полог древостоя представляет собой совокупность крон деревьев, произрастающих на данном участке леса в различных сочетаниях по видовому составу, формам и размерам крон, характеру и местоположению в пространстве. Одни деревья, располагаясь изолированно от других, своими кронами выходят в верхнюю часть полога, другие – смыкаются ветвями (или частично, иногда полностью, перекрываются) с ветвями соседних деревьев в горизонтальном и вертикальном направлениях. Даже в древостое одного элемента леса деревья различны по форме, величине и густоте крон, неодинаковы по расположению относительно друг друга. Все это обуславливает различный характер строения полога древостоя, его внешний облик, существенно влияет на рост и развитие деревьев, а также на возможности дешифрирования насаждений по материалам дистанционных съемок. В связи с этим знание условий роста и развития деревьев в насаждениях имеет существенное значение для обеспечения более высокого уровня исследований лесного хозяйства [1].

Полог древостоя имеет особое значение для измерительного дешифрирования насаждений на аэро- и космических снимках, поскольку многие таксационные показатели при этом определяются только косвенным путем на основе корреляционных связей с показателями крон деревьев и полога древостоев в целом. Поэтому возникает необходимость в описании морфологической структуры полога древостоя при проведении натурной таксации.

Исследованиями строения полога древостоев и взаимосвязи между таксационными и дешифровочными показателями занимались А. С. Агеев, С. В. Белов, И. Д. Дмитриев, Г. Г. Самойлович, В. И. Сухих, И. А. Трунов и многие другие.

Изучение закономерностей полога древостоев имеет практическое значение в исследовании леса. Форма, размер и протяженность крон оказывают значительное влияние на рост и развитие деревьев. Поэтому исследование

закономерностей строения крон и полога древостоя, а также особенностей их изображения на снимках позволит более точно определить все таксационные показатели при измерительном дешифрировании цифровых аэро- и космических снимков.

Основная часть. Изучение форм крон древостоев позволяет глубже познать природу леса, особенно в пространстве и во времени. Установлено, что деревья одной породы при одном и том же возрасте, имеющие одни и те же формы крон и произрастающие в одних и тех же типах леса и лесорастительных условиях, растут быстрее, чем деревья с другими формами крон. Форма проекции крон в пределах древостоя неодинакова, для каждой породы характерна своя, типичная, преобладающая форма; она варьирует в зависимости от возраста, условий местопроизрастания и строения полога [2]. Формы вертикальной проекции крон по Г. Г. Самойловичу объединены в восемь типов, а каждый ряд в зависимости от характера ветвления и формы верхних и нижних частей крон – на 3–5 видов. Наиболее распространенные формы горизонтальной проекции крон объединены в четыре группы (округлые, эллипсовидные, односторонне сжатые и неправильные), и в каждой из них выделяют по пять видов. На разнообразие форм горизонтальной проекции крон влияют не только биологические свойства породы и характер расположения крон в пологе, но и другие факторы, связанные с солнечным освещением.

В качестве объектов исследования послужили чистые сосновые древостои орлякового и мшистого типов леса, расположенные на территории Барановичского, Быховского, Ивацевичского, Ляховичского и Смолевичского лесхозов. Была проведена закладка круговых пробных площадей (КПП) в таксационно-дешифровочных выделах (ТДВ) с использованием GPS-приемника. Таксационная характеристика насаждений на ТДВ устанавливалась по данным выборочной таксации на КПП постоянного

радиуса. При таксации древостоев на КПП применялась систематическая выборка. Распределение количества КПП по классам возраста и типам леса приведены в табл. 1.

Таблица 1
Распределение круглых пробных площадей в зависимости от класса возраста и типа леса (шт.)

Тип леса	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
С. орл.	9	12	11	7
С. мш.	10	13	10	8

В пределах КПП выполнялся сплошной пересчет деревьев с измерением диаметров в двух направлениях (СЮ, ЗВ). При сплошном пересчете по участию крон в формировании полога деревья делились на свободные, частично закрытые и закрытые.

У ближайших к центру 5 учетных деревьев измерялась высота ствола, высота до наибольшего диаметра кроны и высота окончания кроны. Диаметр крон измерялся в двух взаимоперпендикулярных направлениях (1 – по наибольшему диаметру кроны, 2 – перпендикулярно к нему), также описывалась густота и форма крон (по классификации Г. Г. Самойловича). По густоте, в зависимости от общей доли просветов между ветвями, кроны подразделяются на три категории (густые, средние и редкие).

Величина процента выборки зависит от величины обследуемой площади (чем больше площадь, тем меньше может быть процент выборки) и от степени варьирования изучаемого признака (чем больше степень изменчивости признака, тем больше должна быть выборка).

Минимальное количество наблюдений можно определить исходя из требуемой точности [3]:

$$n = t^2 v^2 / p^2,$$

где t – критерий Стьюдента для принятого уровня значимости; v – коэффициент вариации, определяемый по данным прежних наблюдений или на основе пробной выборки; p – точность, планируемая в данном опыте.

Результаты определения необходимого количества измерений для оценки основных показателей полога древостоя приведены в табл. 2 с точностью 90%.

Анализ полученных результатов показал, что для чистых сосновых древостоев необходимое количество наблюдений при уровне точности не ниже 10% должно составлять: для определения абсолютной протяженности крон в сосняках орляковых от 25 до 42 измерений в зависимости от возраста, для сосняков мши-

стых – от 15 до 22; для определения относительной протяженности крон в сосняках орляковых количество варьирует от 13 до 25, для сосняков мшистых – от 5 до 14 измерений. Для определения диаметра крон необходимое количество наблюдений составляет: для сосняка орлякового – от 29 до 40, для сосняка мшистого – от 19 до 35.

Таблица 2
Необходимое количество измерений для оценки основных показателей полога древостоя (шт.)

Класс возраста	Тип леса	Количество наблюдений		
		Протяженность крон		Диаметр крон
		абсолютная	относительная	
3-й	С. орл.	38	24	33
	С. мш.	22	14	24
4-й	С. орл.	25	13	29
	С. мш.	19	12	35
5-й	С. орл.	42	25	40
	С. мш.	16	9	19
6-й	С. орл.	27	13	34
	С. мш.	15	5	21

По данным натурной таксации было выявлено, что в сосновых насаждениях с увеличением возраста процент видимых на снимке деревьев увеличивается (табл. 3).

Таблица 3
Процент видимых на снимке деревьев в зависимости от типа леса и класса возраста (%)

Тип леса	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
С. орл.	90	94	95	97
С. мш.	87	89	92	96

К морфологическим признакам кроны относятся: диаметр, длина, протяженность (абсолютная и относительная) и высота до наибольшей ширины. Форма кроны в первую очередь зависит от высоты до наибольшей ширины, которая делит крону на верхнюю и нижнюю части. При одной и той же высоте дерева, ширине и длине кроны форма ее не одинакова. Чем выше расположена наибольшая ширина кроны, тем она закругленнее и тем больше освещена ее поверхность, следовательно, отчетливее ее изображение на аэро- и космических снимках.

Дальнейшие исследования показывают, что форма горизонтальной проекции крон в пределах древостоя неодинакова, для каждой породы характерна своя (типичная или преобладающая) форма. Она варьирует в зависимости от класса возраста, условий местопрорастания и строения полога. Данные полевых исследований приведены в табл. 4.

Таблица 4
Распределение деревьев по формам горизонтальной проекции крон в зависимости от класса возраста (%)

Форма кроны	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
Сосняк орляковый				
Округлая	43	47	33	26
Эллипсоидная	30	27	27	33
Односторонне сжатая	20	23	27	25
Неправильная	8	3	13	16
Сосняк мшистый				
Округлая	13	29	23	20
Эллипсоидная	43	42	46	44
Односторонне сжатая	30	27	20	16
Неправильная	15	2	11	20
<i>Итого</i>	100	100	100	100

Правильная округлая форма проекции крон сосны в молодом возрасте с достижением спелости под влиянием разных факторов становится неправильно округлой или эллипсоидной.

Исследования показывают, что типичной формой горизонтальной проекции крон в сосняках орляковых является округлая, но с возрастом соотношение типов форм крон сравнивается. Для сосняков мшистых преобладающей формой является эллипсоидная.

Преобладающими типами вертикальной проекции крон деревьев в исследуемых сосновых древостоях являются параболоидные и эллипсоидные.

Распределение деревьев в чистых сосновых древостоях по густоте крон показывает, что в насаждениях преобладают деревья со средней густотой, также наблюдается уменьшение количества деревьев с редкой кроной с увеличением возраста (табл. 5).

Таблица 5
Распределение деревьев по густоте крон в зависимости от класса возраста (%)

Густота кроны	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
Сосняк орляковый				
Редкая	13	10	7	5
Средняя	75	73	82	80
Густая	12	17	11	15
Сосняк мшистый				
Редкая	20	15	9	4
Средняя	77	75	77	84
Густая	3	10	14	12
<i>Итого</i>	100	100	100	100

Анализ данных, приведенных в табл. 6, показывает, что среднее значение протяженности кроны в чистых сосновых древостоях с возрастом незначительно увеличивается и составляет от 7,5 до 8,0 м – для сосняков орляковых

и более существенно (6,7–0,4 м) для сосняков мшистых.

Таблица 6
Статистические показатели распределения абсолютной протяженности крон в сосновых древостоях

Показатели	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
Сосняк орляковый				
Значение, м:				
минимальное	2,6	2,5	2,1	2,4
максимальное	12,8	11,3	12,7	12,5
среднее взвешенное	7,5	7,8	7,9	8,0
Стандартное отклонение, м	2,29	1,96	2,57	2,62
Коэффициент вариации, %	30,79	24,90	32,38	32,63
Сосняк мшистый				
Значение, м:				
минимальное	3,1	2,8	3,8	5,9
максимальное	10,0	10,0	12,6	14,2
среднее взвешенное	6,7	7,3	9,1	10,4
Стандартное отклонение, м	1,58	1,60	1,84	2,04
Коэффициент вариации, %	23,70	22,00	20,21	19,62

На рис. 1 отображены зависимости средних значений длин крон сосновых древостоев орлякового и мшистого типов леса по классам возраста, которые выражены полиномиальными функциями второго порядка.

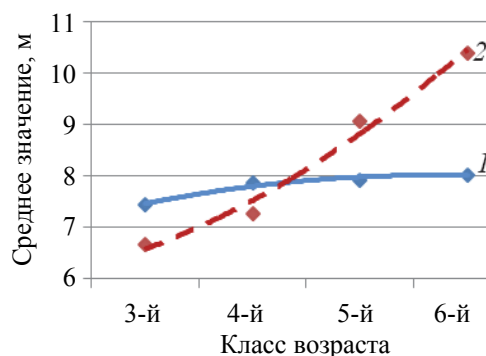


Рис. 1. График зависимости средних значений длин крон сосновых древостоев орлякового (1) и мшистого (2) типов леса по классам возраста

Статистический анализ распределения относительной протяженности крон в сосновых древостоях показывает, что среднее значение варьирует незначительно (от 26,6 до 28,1 – для С. орл. и от 28,0 до 32,7 – для С. мш.), наблюдается уменьшение коэффициента вариации в С. мш. с увеличением возраста (табл. 7).

Исследование распределения диаметров крон в сосновых древостоях по статистическим данным (табл. 8) показывает, что среднее значение

диаметра крон в сосняке орляковом с возрастом увеличивается (от 3,46 до 4,38 м), при этом коэффициент вариации изменяется от 28,56 до 31,27%. Среднее значение диаметров крон в сосняке мшистом увеличивается от 3,38 до 5,82 м, наименьший коэффициент вариации наблюдается в 5-м классе возраста и составляет 22,05%, наибольший – в 4-м (29,69%).

Таблица 7

Статистические показатели распределения относительной протяженности крон в сосновых древостоях

Показатели	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
Сосняк орляковый				
Значение, %:				
минимальное	11	15	11	14
максимальное	40	37	39	41
среднее взвешенное	27,4	28,1	26,6	27,4
Стандартное отклонение	6,73	5,07	6,67	6,83
Коэффициент вариации	24,6	18,0	25,0	24,9
Сосняк мшистый				
Значение, %:				
минимальное	14	13	19	25
максимальное	44	36	41	41
среднее взвешенное	28,8	28,0	32,7	32,3
Стандартное отклонение, %	5,37	4,76	5,01	3,72
Коэффициент вариации, %	18,6	17,0	15,3	11,5

Таблица 8

Статистические показатели распределения диаметров крон в сосновых древостоях

Показатели	Класс возраста			
	3-й	4-й	5-й	6-й
Сосняк орляковый				
Значение, м:				
минимальное	1,66	1,8	1,33	1,52
максимальное	6,08	7,13	7,02	7,63
среднее взвешенное	3,46	3,86	4,15	4,38
Стандартное отклонение, м	0,99	1,05	1,31	1,37
Коэффициент вариации, %	28,56	27,14	31,48	31,27
Сосняк мшистый				
Значение, м:				
минимальное	1,98	1,43	2,76	3,5
максимальное	5,16	5,56	7,73	8,07
среднее взвешенное	3,38	3,55	5,17	5,82
Стандартное отклонение, м	0,83	1,05	1,14	1,34
Коэффициент вариации, %	24,68	29,69	22,05	23,07

На рис. 2 отображены зависимости средних значений диаметров крон сосновых древостоев орлякового и мшистого типов леса по классам возраста. Данные зависимости выражены полиномиальными функциями второго порядка.

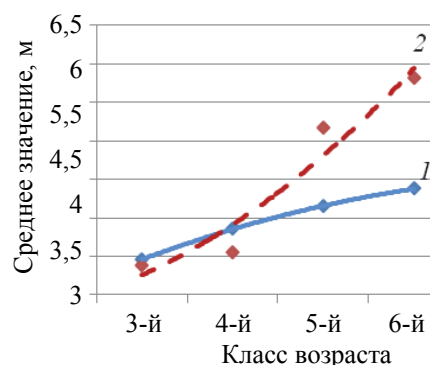


Рис. 2. График зависимости средних значений диаметра крон сосновых древостоев орлякового (1) и мшистого (2) типов леса по классам возраста

Закключение. Результаты исследований показывают, что в сосновых древостоях с увеличением возраста процент видимых на снимке деревьев увеличивается. Типичной формой горизонтальной проекции крон в сосняках орляковых является округлая, а в сосняках мшистых – эллипсовидная, но с возрастом соотношение типов форм крон сравнивается. Преобладающими типами вертикальной проекции крон деревьев являются параболоидные и эллипсовидные.

Распределение деревьев в сосновых древостоях по густоте крон показывает, что наибольшее число деревьев со средней густотой и с увеличением возраста наблюдается уменьшение количества деревьев с редкой кроной.

Статистический анализ распределения относительной протяженности крон в сосновых древостоях показывает, что среднее значение варьирует незначительно (от 26,6 до 28,1 – для С. орл. и от 28,0 до 32,7 – для С. мш.), наблюдается уменьшение коэффициента вариации в сосняке мшистом с увеличением возраста.

В сосняке орляковом среднее значение диаметров крон с возрастом увеличивается от 3,46 до 4,38 м, при этом коэффициент вариации изменяется от 28,56 до 31,27%, в С. мш. диаметр крон увеличивается от 3,38 до 5,82 м, наименьший коэффициент вариации наблюдается в 5-м классе возраста и составляет 22,05%, наибольший – в 4-м классе (29,69%).

Литература

1. Дмитриев И. Д., Мурахтанов Е. С., Сухих В. И. Лесная авиация и аэрофотосъемка. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1989. 366 с.
2. Самойлович Г. Г. Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве. 2-е изд. М.: Лесная пром-сть, 1964. 486 с.
3. Егоров А. Б. Статистическая обработка материалов лесокультурных исследований: учеб. пособие. СПб.: ЛТА, 2002. 87 с.

Поступила 17.02.2014