

Г. П. Макаренко

**РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ
ГУСТОТЫ МОЛОДНЯКОВ ПРИ
ПРОВЕДЕНИИ РУБОК УХОДА**

При планировании интенсивности рубок ухода и определении производительности труда очень часто ориентиром служит объем вырубленной древесины (в складочных или плотных м³). Для древостоев старше 20-летнего возраста использование объема диктуется экономическими соображениями. В молодняках I класса возраста вырубленная древесина в большинстве случаев не реализуется. Кроме того, при выполнении работ по рубкам ухода иногда нарушается равномерность распределения деревьев по площади. Поэтому в молодняках при проведении рубок ухода важен не объем вырубленной древесины, а густота (число) равномерно распределенных деревьев на единице площади и их качественный состав.

Из исследований влияния густоты на рост деревьев сосны [1—7] следует, что оптимальная густота в 20-летних молодняках европейской части СССР составляет от 2,5 до 4 тыс./га, в Карелии 7—8, на Урале и в Сибири 10 и более. Причем отмечено, что оптимальная густота, при которой деревья сосны имеют наибольшие размеры, зависит не только от климатических, но и от лесотипологических условий и от структуры древостоев. Это требует дифференцированного подхода к молоднякам при определении их густоты после рубки ухода, учета состава будущего древостоя, размеров оставляемых деревьев и расстояний между ними.

Размеры оставляемых деревьев учитывают при расчете густоты по наиболее часто применяемой формуле Б. А. Шустова [8—9].

$$N = \frac{10\,000}{0,5 \times \sqrt{3 \times K^2}}, \quad (1)$$

где N — густота; K — диаметр кроны оставляемых деревьев, м. Использование диаметра кроны оправдано тем, что этот показатель для определенного насаждения находится в тесной связи с другими признаками деревьев. Так, например, между диаметром ствола на высоте 1,3 м и диаметром кроны коэффициент корреляции составляет от 0,62 до 0,98 [10, 11], причем установлено, что примесь березы к сосне не оказывает существенного влияния на величину этой связи [12].

Для определения среднего расстояния между оставляемыми деревьями используют формулу Гарт-Беккинга [13]

$$L = \frac{10\,000}{0,866 \times N}, \quad (2)$$

где L — среднее расстояние между оставляемыми деревьями, м.

Если учесть, что в знаменателе формулы (1) произведение чисел $0,5 \times \sqrt{3}$ равно 0,866, то по формуле (2) можно определить средний диаметр кроны оставляемых деревьев.

Для вычисления среднего расстояния между оставляемыми деревьями можно использовать также таблицы хода роста [14]. Для точных расчетов густоты в формулу кроме показателя кроны вводят показатель объема ствола [8]. Усложнение расчетов при этом компенсируется направленностью отбора оставляемых деревьев. По аналогии с формулой [1] и идеей применения расчетных таблиц густота может быть вычислена по сумме площадей сечений нормального насаждения для соответствующего ~~возраста, разделенной на площадь сечения среднего~~ дерева и умноженной на ~~планируемую после рубки~~ относительную полноту. Но проведение подобных расчетов целесообразно лишь при специальных лесоводственных исследованиях.

При проведении расчетов густоты в производственных условиях удобнее использовать формулу (1), но при этом необходимо учитывать, что произведение чисел в знаменателе $0,5 \times \sqrt{3}$ уменьшает площадь проекции кроны, вычисленной по формуле квадрата, примерно до площади круга и увеличивает число деревьев, приближая сомкнутость полога после рубки ухода к 1,0.

При быстром росте деревьев в молодняках заведомое увеличение их числа приводит к необходимости частого проведения рубок ухода. Поэтому при расчете количества оставляемых деревьев в молодняках по формуле (1) в числитель целесообразно ввести сомножитель — показатель планируемой после рубки ухода сомкнутости полога. Если же учесть, что отношение площади круга к площади квадрата, в который вписан круг, равно 0,785, и исключить из знаменателя в формуле (1) произведение чисел $0,5 \times \sqrt{3}$, то рассчитанная густота будет справедлива для сомкнутости крон, равной 0,8.

Используя близость формы проекции крон деревьев к кругу, можно рассчитать густоту молодняков на определенную (запланированную) сомкнутость полога, введя этот показатель в числитель. Формула для расчета густоты тогда будет иметь следующий вид

$$N = \frac{10\,000 \times C}{\frac{\Pi \times K^2}{4}} = \frac{12\,739 \times C}{K^2}, \quad (3)$$

где K — диаметр кроны оставляемых деревьев, м; C — планируемая сомкнутость полога; Π — 3,14.

Для точных расчетов в опытных работах при необходимости корректировки густоты по признакам различных групп деревьев, а не среднего дерева, необходимо в знаменатель ввести показатель состава по каждому виду оставляемых деревьев, соответственно введя его и в числитель. Формула тогда несколько усложнится и будет иметь следующий вид:

$$N = \frac{12\,739 \times 10 \times C}{n_1 K_1^2 + n_2 K_2^2 + \dots + n_i K_i^2}, \quad (4)$$

где n_1, n_2 и т. д. — количество единиц того или иного вида оставляемых деревьев в составе древостоя (например, I и II категории деревьев сосны, березы и других пород); K_1, K_2 и т. д. — диаметры крон соответствующих групп деревьев.

Производить расчеты густоты по этой формуле, несмотря на кажущуюся громоздкость, не сложно, так как в расчете принимают участие все известные величины. Например, по предварительному перечету установлено, что на пробной площади древостоя имеет состав 7Б (20)

ЗС(17) и густоту 20 тыс./га. Планируем довести состав молодняка при проведении рубки ухода до 6С4Б. Из 6 ед. сосны планируем иметь в составе по 3 ед. деревьев I и II категорий, из 4 ед. березы планируем иметь в составе 1 ед. I категории и 3 ед. II категории — деревья лучшего, замедленного и плохого роста [15] или деревья, отличающиеся по степени освещения их крон и положения в пологе [16]. Сомкнутость крон после проведения рубки ухода планируем равной 0,7. Далее определяем диаметры крон оставляемых деревьев в среднем по категориям. Например, у деревьев сосны I и II категорий они составляют 1,2 и 0,9 м, у деревьев березы — соответственно равны 1,4 и 1,0 м. Подставляем все данные в формулу (4) и находим, что густота будет равна

$$N = \frac{12739 \times 10 \times 0,7}{3 \cdot 1,44 + 3 \cdot 0,81 + 1 \cdot 1,96 + 3 \cdot 1,0} = \frac{89173}{11,7} = 7,62 \text{ тыс. экз./га.}$$

Но чтобы прийти к вычисленной густоте, необходимо знать расстояния между оставляемыми деревьями. Среднее расстояние можно определить по формуле (2). Но в древостое различные сочетания деревьев, поэтому между ними должны быть и различные расстояния. Вычислить их можно, используя для этого формулы (2) и (4). Допустим, что в древостое после рубки ухода деревья будут представлены в одинаковом количестве (по 5 ед.) с диаметрами крон 1,3 и 0,7 м. Требуется рассчитать расстояние между их стволами при сомкнутости крон 0,7 и величину просветов между их кронами при этой сомкнутости. Используя формулу (4), определим густоту. Она будет равна 8,18 тыс./га. Далее, используя формулу (2), определим среднее расстояние между оставляемыми деревьями, которое будет равно 1,18 м и расстоянию в частном случае, так как их численность одинакова. Используя этот способ, можно определять расстояния между сочетаниями любых деревьев с различным соотношением их в древостое.

Для того чтобы не производить двух действий при расчете только расстояний между оставляемыми деревьями, расчетным путем получена формула, удобная для определения расстояний между центрами оставляемых

деревьев в зависимости от диаметров проекций их крон и от планируемой сомкнутости полога:

$$L = \sqrt{\frac{0,5(K_1^2 + K_2^2)}{C}} \quad (5)$$

Для определения просветов между кронами оставляемых деревьев необходимо из рассчитанного на определенную сомкнутость расстояния между этими деревьями вычесть полусумму диаметров проекций их крон. Чтобы каждый раз не рассчитывать расстояния между стволами оставляемых деревьев, необходимо иметь таблицы расстояний между стволами этих деревьев в зависимости от планируемой после рубки ухода сомкнутости полога и диаметров проекций крон оставляемых деревьев. В качестве примера приведена таблица расстояний между оставляемыми деревьями при диаметрах проекций их крон от 0,4 до 2,0 м на планируемую после рубки ухода сомкнутость полога 0,6.

Таблица. Расстояния между центрами оставляемых после рубки ухода деревьев в зависимости от диаметров проекций их крон, м

K ₂ \ K ₁	Расстояния для сомкнутости полога 0,6												
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	
0,4	0,5												
0,5	0,6	0,6											
0,6	0,7	0,7	0,8										
0,7	0,7	0,8	0,8	0,9									
0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0								
0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2							
1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2						
1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4					
1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5				
1,3	1,2	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7			
1,4	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8		
1,5	1,4	1,4	1,5	1,5	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	
1,6	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1
1,7	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1
1,8	1,7	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2
1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2
2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	2,3

Подобные таблицы расстояний между оставляемыми деревьями в зависимости от размеров их крон могут быть рассчитаны на любые планируемые сомкнутости

полога. По ним можно определять как среднее расстояние между оставляемыми деревьями, так и в каждом частном случае. В производственных условиях использование таблиц возможно после предварительного объединения оставляемых деревьев в группы (например, по категориям) в зависимости от их размеров и определения расстояний уже между сочетаниями деревьев из этих нескольких групп.

Несмотря на некоторые трудности, связанные с инструментом, необходимо проводить ориентирование исполнителей на придерживку расстояний между оставляемыми деревьями, только в этом случае можно достичь в молодняках после рубок ухода расчетной густоты и равномерности размещения деревьев по площади при запланированной сомкнутости полога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Изюмский П. П. Площадь питания и ее значение для роста и развития насаждений. — «Лесоводство и агролесомелиорация», 1971, № 24, с. 3—11.
2. Луганский Н. А., Макаренко Г. П. Влияние густоты и состава березово-сосновых молодняков на рост деревьев сосны. — В сб.: Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 9. Свердловск, Средне-Уральск. кн. изд-во, 1976, с. 84—89.
3. Панарин И. И. Количественные показатели оптимальной густоты самосева сосны лесной и лиственницы даурской и ее влияние на рост молодняков в горных лесах Читинского Забайкалья. — В сб.: Состояние возобновления и пути формирования молодняков на концентрированных вырубках Северо-Запада европейской части СССР. Архангельск, 1971, с. 68—70.
4. Пипчук А. М. Освещенность в культурах сосны различной густоты. — «Лесное хозяйство», 1965, № 4, с. 15—17.
5. Поляков А. К. Определение оптимальных площадей питания сосны обыкновенной в свежей еубори. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1970, 23 с.
6. Сбоева Р. М. Лесоводственная оценка густоты молодняков сосны и березы в условиях Северной Карелии. — В сб.: Восстановление и защита леса в Карельской АССР. Петрозаводск, Гос. изд-во Карельской АССР, 1961.
7. Шахов Г. Н. Значение густоты при рубках ухода в чистых сосновых насаждениях. — «Лесное хозяйство», 1950, № 6.
8. Боханова Н. С. Рубка ухода в пойменных дубравах. — «Лесное хозяйство», 1970, № 11, с. 27—29.
9. Изюмский П. П. О методе рубок ухода за лесом. — «Лесное хозяйство», 1968, № 1, с. 23—26.
10. Рихерт С. М. Соотношение между полнотой, густотой и сомкнутостью в сосновых и дубовых насаждениях. — «Лесное хозяйство», 1967, № 3, с. 38—41.

11. Смертин Н. Г. Особенности морфологического строения сосновых древостоев средней тайги Приуралья.— В сб.: Леса Урала и хозяйство в них. Вып. 7. Свердловск, Средне-Уральское кн. изд-во, 1972, с. 23—31.

12. Неволин О. А. О корреляции диаметров крон с диаметрами деревьев в смешанных сосново-березовых древостоях.— «ИВУЗ лесной журнал», 1967, № 1, с. 27—30.

13. Парде П. Установление интенсивности прореживания.— «Лесное хозяйство за рубежом». Пушкино, изд. ВНИИЛМ, 1962, № 2, с. 3—4.

14. Бадаева В. А. О густоте древостоя после осветлений и прочисток.— «Лесное хозяйство», 1968, № 6, с. 20—21.

15. Побединский А. В. Изучение лесовосстановительных процессов. М., «Наука», 1966, 63 с.

16. Сбоева Р. М. К вопросу о классификации деревьев в сосново-лиственных молодняках.— В сб.: Состояние возобновления и пути формирования молодняков на концентрированных вырубках Северо-Запада европейской части СССР. Архангельск, 1971, с. 171—172.