

ности, они выполняют на данной территории. В заповедной хозяйственной части и на особо защитных участках других лесов I группы, исключаемых из главного пользования, формы хозяйства по товарности вообще не устанавливаются. Уникальность заповедных экосистем и лучшее проявление защитно-стабилизирующих, природоохранных, эстетических и других полезных свойств лесов в растущем состоянии наиболее полно обеспечиваются высокоствольными древостоями семенного происхождения.

В рекреационной зоне природного национального парка (как и в местах курортов, зон отдыха, туристических маршрутов и в других лесах I группы) при проведении ландшафтных рубок ухода и санитарных рубок необходимо стремиться к усилению устойчивости насаждений против нежелательных стихийных и антропогенных воздействий, улучшению их эстетической привлекательности и санитарно-гигиенической ценности. Формирование живописных пейзажей и ландшафтов должно включать выращивание в лесах этой зоны древесно-кустарниковых пород, биологически устойчивых против пыли, дыма, газов, уплотнения и ухудшения аэрации почв. Они должны иметь улучшенные декоративно-эстетические свойства, максимально проявляющиеся в течение года. Эти мероприятия имеют особенное значение в формировании красивых пейзажей, хорошо просматриваемых в перспективе из так называемых «видовых точек».

На открытых лужайках целесообразно высаживать цветущие кустарники с продолжительным периодом цветения, а в насаждениях оставлять и охранять ценные в эстетическом отношении деревья и их группы. Формирование таких чередующихся групп деревьев в сочетании с живописными полянами, создающими игру цвета, света и тени, является одной из задач ландшафтных рубок ухода за лесом и декоративного озеленения, определяет своеобразную технику их выполнения.

В лесах рекреационной зоны большое внимание должно уделяться благоустройству территории: созданию дорожной и тропиной сети, установке в «видовых точках» павильонов, беседок и скамеек для отдыха, проведению других лесохозяйственных и организационных мероприятий. Все мероприятия по организации территории лесов рекреационной зоны и их благоустройству должно разрабатывать лесоустройство.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лес и охрана природы / Под ред. С. Г. Синицына.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 288 с. [2]. Одум Ю. Основы экологии.— М.: Мир, 1975.— 740 с. [3]. Опыт и методы экологического мониторинга: Матер. Всесоюз. совещания.— Пушкино: Науч. центр биологических исследований АН СССР, 1978.— 265 с. [4]. Федосимов А. Н., Анисочкин В. Г. Выборочная таксация леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 172 с. [5]. Флора і рослинність Карпатського заповідника / Під ред. С. М. Стойко.— Київ: Наукова думка, 1982.— 220 с. [6]. Цурик Е. И. Дигрессивно-демутационные изменения в почвах ельников и вторичных полонин у верхней границы леса в Карпатах // Почвоведение.— 1986.— № 9.— С. 112—121.

Поступила 14 сентября 1987 г.

УДК 630*564

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРОПИЧЕСКИХ СОСНЯКОВ (*Pinus kesiya*)

НГУЕН НГОК ЛУНГ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время моделирование древостоев, необходимое для прогнозирования общей производительности и выхода сортиментов, проводится по двум направлениям:

УДК 630*533

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ГУСТОТЫ И ПОЛНОТЫ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ.

М. Ю. ПОПКОВ

УкрНИИЛХА

При определении максимально возможных значений плотности насаждений в настоящее время применяют три метода. Первый базируется на подборе в природе максимально полных насаждений разного возраста, принимаемых за эталон. Вторым основан на предложении Н. П. Анучина [1] о нахождении предельных значений абсолютной полноты древостоев по материалам массовой таксации через значения средней для выборки (модальной) суммы площадей сечений древостоев и параметров их распределения. Третий способ, применяемый в основном за рубежом, заключается в нахождении предельных значений густоты древостоев при определенных средних размерах деревьев, его составляющих [9]. О величине деревьев обычно судят по их объему, весу или диаметру. Зависимость между объемом (весом) и предельной густотой аппроксимируется степенным уравнением, получившим название «закон — 3/2 степени» [3, 8].

Основной недостаток первого способа — субъективность при подборе эталонов абсолютной полноты. При применении второго невозможно выделить и оценить степень антропогенных и других, закономерных или случайных, влияний на значения полноты древостоев анализируемой совокупности. Кроме того, всегда возникают трудности с обеспечением репрезентативной выборки древостоев и проверкой применимости к ней закона нормального распределения. Третий способ базируется на допущении постоянства формы дерева независимо от его размера или стадии развития и в связи с этим не может обеспечить точного определения предельной густоты разреженных насаждений, в которых деревья имеют иную форму, чем в сомкнутых древостоях [7]. Первые два способа также не учитывают влияние формы и размеров деревьев на сумму площадей сечения стволов насаждения.

Мы предлагаем новый способ определения предельных сумм площадей сечений древостоев, учитывающий, помимо возраста и класса бонитета, режим их выращивания. Приводим его теоретическое обоснование и пример практического применения при разработке нормативов для оценки плотности сосновых культур I—Ia классов бонитета, произрастающих в условиях свежей субори Лесостепи УССР.

В качестве критерия при оценке режима выращивания можно использовать предельные значения диаметров в данных условиях произрастания и конкретном возрасте деревьев при отсутствии сдерживающего влияния со стороны соседей. Их можно рассчитать как предел, к которому стремятся диаметры деревьев при неограниченном увеличении площадей их питания (рис. 1), по формуле:

$$D = b_0 (1 - e^{-b_1 s_n}), \quad (1)$$

где D — диаметр дерева на высоте груди;
 s_n — площадь питания дерева;
 e — основание натуральных логарифмов;
 b_0 и b_1 — коэффициенты уравнения.

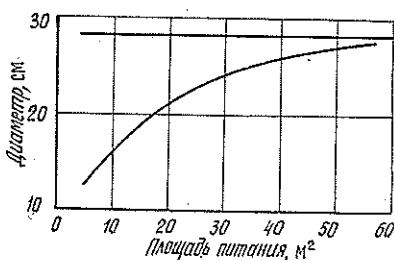


Рис. 1. Зависимость диаметра деревьев от площади их питания (по данным 33-летних культур сосны на опыте Б. И. Гаврилова)

Доказано, что финишные участки подобных кривых аппроксимируются гиперболической зависимостью [5]:

$$D = s_{\text{п}} / (b_0 + b_1 s_{\text{п}}). \quad (2)$$

Разделив числитель и знаменатель правой части уравнения (2) на $s_{\text{п}}$, получим:

$$D = 1 / (b_0 / s_{\text{п}} + b_1). \quad (3)$$

При неограниченном увеличении площадей питания ($s_{\text{п}} \rightarrow \infty$) диаметры деревьев стремятся к предельному значению ($D \rightarrow D^{\text{пр}}$):

$$D = 1 / (b_0 / s_{\text{п}} + b_1) \rightarrow D^{\text{пр}} \rightarrow 1 / b_1. \quad (4)$$

Графически $D^{\text{пр}}$ — асимптота на рис. 1. Формулу (2) преобразуем следующим образом:

$$s_{\text{п}} = -b_0 / b_1 + (1 / b_1) (s_{\text{п}} / D). \quad (5)$$

Введем линеаризующую замену переменных: $x = s_{\text{п}}$; $y = s_{\text{п}} / D$; $-b_0 / b_1 = b'_0$; $1 / b_1 = D^{\text{пр}}$. В результате получим

$$x = b'_0 + D^{\text{пр}} y. \quad (6)$$

Идентификацию параметров уравнения (6) выполняли по данным периодической таксации сосновых культур опыта Б. И. Гаврилова [2, 8]. При этом находили связи между средними значениями диаметров и площадями питания деревьев. Расчеты $D^{\text{пр}}$ и b'_0 по приведенной выше методике дают достоверные результаты только в том случае, когда исходный материал достаточно полно характеризует финишные участки кривой (1). Древостои опыта Б. И. Гаврилова этому условию удовлетворяют. Однако объекты, подобные им по широте диапазона густоты выращивания, большая редкость, поэтому при расчете зависимостей (2) и (6) в большинстве случаев, по-видимому, следует ориентироваться на данные таксации отдельных деревьев.

Значения коэффициентов b'_0 и $D^{\text{пр}}$ уравнения (6), найденные для 21-, 27-, 33-, 37-, 42-, 50- и 57-летних сосновых древостоев, выравнены в зависимости от возраста. Полученные уравнения имеют вид

$$D^{\text{пр}} = 0,0741 + 1,1387A - 0,0055A^2 \quad (\eta = 0,972); \quad (7)$$

$$b'_0 = -16,989 + 344,935/A - 2076,64/A^2 \quad (\eta = 0,928). \quad (8)$$

Функция (7) описывает не лимитированный размерами площадей питания рост деревьев сосны в условиях свежей субори. Режим выращивания можно оценить по относительному диаметру ($D_{\text{от}}$), рассчитываемому делением фактического среднего диаметра древостоа на предельно возможный в данном возрасте. Относительный диаметр 0,35...0,50 имеют густые древостои, 0,51...0,65 — средней густоты, 0,65...0,80 — редкие, выше 0,80 — редины. В отличие от густоты,

$D_{от}$ характеризует режим выращивания древостоя на протяжении всей жизни, а не его состояние в момент оценки.

На основании зависимостей (6) — (8) составлено уравнение, позволяющее рассчитать значения площади питания деревьев разного возраста и размера:

$$s_n = \frac{-16,989 + 344,935/A - 2076,64/A^2}{1 - [(0,0741 + 1,1387A - 0,0055A^2)/D]} \quad (9)$$

При определении коэффициентов этой зависимости принято, что размеры дерева возрастают до некоторого предела при неограниченном увеличении площади питания (см. уравнение (4)). В действительности это не так. Максимальных диаметров деревья достигают при вполне конкретных значениях s_n ($s_n \ll \infty$), зависящих от возраста. К сожалению, для их расчета у нас нет достаточного количества экспериментального материала. Выражение (9) несколько искажает значения зависимой переменной при приближении размеров деревьев к максимально возможным в данном возрасте и типе условий местопроизрастания. В остальном диапазоне изменения диаметров оно дает объективные результаты и может быть использовано для расчета значений N и G условных древостоев, состоящих из одинаковых деревьев, равномерно распределенных по площади без перекрытия крон и площадей питания. Анализ закономерностей изменения абсолютной полноты условных древостоев позволяет отметить следующее:

чем выше средний диаметр насаждения любого возраста, тем меньше его густота;

во всех возрастах сумма площадей сечений при увеличении среднего диаметра древостоя сначала несколько увеличивается, а затем, достигнув максимума, снижается с нарастающим темпом;

древостой с одинаковыми средними диаметрами в более высоком возрасте могут поддерживать большую густоту и сумму площадей сечения.

По-видимому, закономерности изменения абсолютной полноты древостоев связаны с относительной продуктивностью крон деревьев, их составляющих, которая количественно характеризуется отношением площади проекции кроны к диаметру дерева. Это подтверждается тем, что значения среднего диаметра, при котором достигают максимума суммы площадей сечений условных древостоев во всех возрастах, близки к среднему диаметру деревьев II типа онтогенеза по Г. Л. Кравченко [4], имеющих наивысшую продуктивность ассимиляционного аппарата по объему ствола. Особенности формирования деревьев объясняется и то, что из двух насаждений с одинаковым средним диаметром большую густоту и абсолютную полноту имеют старшие по возрасту. Действительно, достигнуть диаметра 20 см в 25 лет могут лишь деревья с раскидистой низкоопущенной кроной, выросшие при освещенности, близкой к максимально возможной, в то время как в 50 лет такой диаметр будут иметь малосебистые деревья с компактной высокоподнятой кроной, меньшей по размеру, чем крона равновеликих по диаметру 25-летних особей. Это также подтверждается данными Г. Л. Кравченко, согласно которым, например, деревья IV типа онтогенеза, выросшие при полном освещении, в 50 лет имеют диаметр 43,1 см при объеме сучьев 0,2026 м³, а деревья III типа онтогенеза, испытывающие некоторый недостаток света, достигают того же диаметра в 80 лет, имея значительно меньший объем сучьев — 0,1574 м³.

Количественной мерой степени использования площади питания в насаждении может служить отношение суммы площадей проекций крон деревьев к площади занимаемого участка ($C_{кр}$). В условных древостоях эта величина меньше 1,0 ($C_{кр} < 10$ тыс. м²/га): кроны деревьев в

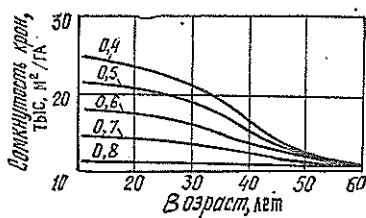


Рис. 2. Изменение с возрастом предельной сомкнутости крон древостоев разного режима выращивания (цифрами показаны значения относительных диаметров)

них не перекрываются. Сумма площадей проекций крон на 1 га реальных древостоев зачастую больше 10 тыс. м². Так, в высокополнотных 13-летних культурах опыта Боярского лесхоза сумма площадей проекций крон достигала 23,3 тыс. м²/га, а в 35-летних — 11,9 тыс. м²/га [6]. По данным, полученным в результате таксации максимально густых биогрупп сосны, найдена зависимость предельных значений C сосновых древостоев от возраста и режима выращивания (рис. 2). Выявлено, что значения густоты, сомкнутости крон и относительного диаметра взаимосвязаны: чем выше N , тем меньше $D_{от}$ и выше $C_{кр}$. С возрастом значения $C_{кр}$ закономерно снижаются, причем тем резче, чем в более густом стоянии вырос древостой.

Суммы площадей сечений и густоты сосновых культур
Ia класса бонитета в условиях Лесостепи УССР
при полноте 1,0 (в числителе — густота, стволов/га;
в знаменателе — сумма площадей сечений, м²/га)

Возраст, лет	Относительный диаметр					
	0,35	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
15	14 697	11 014	6 357	3 602	1 903	882
	35,8	35,1	31,6	25,8	18,6	11,2
20	9 388	7 072	4 087	2 309	1 219	568
	38,5	37,9	34,2	27,8	20,0	12,2
25	6 814	5 168	3 002	1 696	895	417
	41,3	40,9	37,1	30,2	21,7	13,2
30	5 203	3 987	2 353	1 346	718	338
	42,9	43,0	39,6	32,6	23,7	14,6
35	4 011	3 112	1 883	1 106	606	293
	42,5	43,1	40,7	34,4	25,7	16,2
40	3 116	2 448	1 524	927	528	266
	40,6	41,7	40,6	35,5	27,6	18,1
45	2 475	1 965	1 256	792	472	251
	38,4	39,9	39,8	36,1	29,3	20,3
50	2 043	1 635	1 068	694	432	241
	36,8	38,5	39,3	36,7	31,1	22,7
55	1 782	1 435	951	631	404	235
	36,4	38,3	39,6	37,9	33,0	25,1
60	1 676	1 355	904	603	388	226
	38,1	40,2	41,9	40,2	35,2	26,9

Предельные значения абсолютных полнот можно рассчитать как произведение G условного древостоя данного возраста и относительного диаметра на соответствующую величину $C_{кр}$. На основе изложенной

методики составлен эскиз стандартных таблиц (см. таблицу) и программа для ЭВМ, позволяющая дать развернутую оценку плотности насаждений с учетом их возраста и режима выращивания. Для разработки программ выращивания древостоев важными могут оказаться следующие закономерности, выявленные при составлении нормативов:

в пределах одного типа условий местопрорастания и класса бонитета средний диаметр, сомкнутость крон и абсолютная полнота сосновых древостоев взаимосвязаны и зависят от режима выращивания; густые насаждения раньше достигают предельных значений G , характеризуясь при этом высокой сомкнутостью крон и малыми диаметрами. В возрасте 15...35 лет их предельные G значительно выше, чем это предусмотрено действующими нормативами;

при прочих равных условиях увеличение среднего диаметра древостоев возможно только за счет снижения их полноты и сомкнутости крон;

чем старше насаждения, тем шире диапазон диаметров и густот, при которых они могут иметь равные суммы площадей сечения;

в процессе роста древостоев средней густоты догоняют густые по абсолютной полноте. У редких древостоев в первые 60 лет роста G значительно ниже, чем у древостоев средней густоты и густые. С возрастом разрыв сокращается.

Предложенная методика оценки плотности древостоев может быть использована при разработке нормативных материалов для таксации насаждений любых пород и возрастов. Полученные нормативы целесообразно использовать для оценки состояния насаждений при назначении в них хозяйственных мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Анучин Н. П. Лесная таксация.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 552 с. [2]. Гаврилов Б. И. Выращивание сосновых насаждений по методу быстрого прироста // Зап. Харьков. СХИ.— 1957.— Т. 16 (3).— С. 77—97. [3]. Карманова И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений.— М.: Наука, 1976.— 222 с. [4]. Кравченко Г. Л. Закономерности роста сосны.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 168 с. [5]. Львовский Е. Н. Статистические методы построения эмпирических формул.— М.: Высш. школа, 1982.— 224 с. [6]. Савич Ю. Н., Овсянкин В. Н., Полубояринов О. И. О росте продуктивности и устойчивости сосновых культур, созданных при различной густоте посадки // Вопросы лесной таксации: Науч. тр. УСХА.— 1978.— Вып. 213.— С. 27—38. [7]. Титов Ю. В. Эффект группы у растений.— Л.: Наука, 1978.— 152 с. [8]. Шинкаренко И. Ю., Дзедзюля А. А. Оптимизация режимов густоты при целевом выращивании сосновых культур: Обзор. инф. ЦБНТИ (Гослесхоза СССР).— М., 1983.— Вып. 3.— 40 с. [9]. Intraspecific competition among higher plants. XI self-thinning in over-crowded pure stands under cultivated and natural conditions / K. Yoda, T. Kira, H. Ogawa, K. Hozumi // J. Biol., Osaka City Univ.— 1963.— Vol. 14.— P. 107—129.

Поступила 21 апреля 1986 г.

УДК 630*562

ОЦЕНКА НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО ПРИРОСТА СОСНОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Н. С. ПОЛОНЧУК

Украинский филиал ВИПКЛХ

Повышение продуктивности лесов — основная задача лесного хозяйства, но решить ее невозможно, не зная древесного прироста и факторов, обуславливающих его изменение. Большое внимание привлекают вопросы изучения текущего прироста насаждений в связи с проведением