

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:

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

ем в них рубок ухода, многие аспекты которых до настоящего времени остаются открытыми и дискуссионными.

Как известно, основная цель рубок ухода — создание благоприятных условий для выращивания насаждений требуемого состава из лучших по форме и качеству древесных стволов и увеличение их прироста по диаметру. Проводя такие рубки, мы должны быть уверены, что за период их повторяемости текущий прирост оставшейся части древостоя не только полностью компенсирует потерю запаса вырубаемых деревьев, но и будет выше, чем в древостоях, выращиваемых при большей сомкнутости древесного полога. К сожалению, в последнее время в лесах с интенсивным ведением лесного хозяйства, помимо рубок ухода, значительная часть древесины выбирается при санитарных рубках, в результате площадь высокополнотных средневозрастных и приспевающих насаждений с каждым годом снижается и игнорируются основные принципы расширенного воспроизводства запасов.

Наш опыт разреживания сосняков на постоянных пробных площадях и в производственных условиях показывает, что насаждения не снижают потенциальных возможностей по увеличению запасов, если при рубках ухода и санитарных рубках вырубается не более 50 % периодического прироста. Следовательно, показатель древесного прироста целесообразно использовать при планировании лесохозяйственных мероприятий в лесу. Между тем, методика и техника учета этого показателя до сих пор слабо разработаны.

Наиболее точно прирост древостоя можно определить при повторном учете деревьев на постоянных пробных площадях. Однако метод этот весьма трудоемок и требует большого периода времени — нескольких лет. При изучении прироста насаждений мы решили применить этот метод для проверки других, более простых методов использования в практических целях других, более простых методов.

Было проведено 186 измерений текущего прироста сосновых насаждений 30—80-летнего возраста путем периодического обмера деревьев и по упрощенным методам. Сплошной обмер деревьев на постоянных пробах проводили по пятилетиям. Измеряли окружности всех деревьев на высоте 1,3 м, по ним находили диаметры и сумму площадей сечений насаждений.

Для проверки некоторых упрощенных методов определения текущего прироста насаждений через радиальный прирост на каждом объекте дополнительно таксировали по 20...25 деревьев с измерением у них диаметра на высоте 1,3 м (в коре и без коры), высоты и толщины 5...10 годичных слоев.

Запас насаждений (M) определяли по известной в таксации формуле

$$M = GHF,$$

где G — сумма площадей сечений;
 H — средняя высота;
 F — среднее видовое число насаждения.

Значение HF находили по уравнению

$$HF = 0,384H + 1,305,$$

установленному на основе массового исследования полнодревесности стволов сосны в насаждениях 20—80-летнего возраста [7].

Как известно, по упрощенным методам определяют текущий прирост древостоя без учета естественного отпада и вырубемой части. Поэтому и мы в качестве исходного показателя использовали средний периодический прирост наличных деревьев (Z_{M_n}), который определяли по формуле:

$$Z_{M_n} = \frac{M_A - M_{A-n}}{n},$$

Сравнительная оценка упрощенных методов определения текущего прироста
сосновых насаждений

Метод (автор)	Сред- нее значе- ние \bar{x}	Сред- нее квал- рати- ное откло- нение σ	Кэф- фици- ент вари- ации v	Ошибка средне- го зна- чения m_x	Точ- ность иссле- дова- ний с надеж- ностью 0,95, %	Погрешность со знаком \pm , %						Сред- нее откло- нение, %
						до 10	11 20	21 30	31 40	41 50	более 51	
Повторные обмеры де- ревьев на постоян- ных пробных площа- дах	13,76	4,42	32,1	0,323	4,70	—	—	—	—	—	—	—
Упрощенные методы:												
Е. Герхардта	13,52	3,68	27,2	0,290	4,28	79	62	34	9	2	—	-1,8
М. Л. Дворецкого	13,59	4,96	36,5	0,365	5,36	78	60	34	8	6	—	-1,3
Н. П. Анучина	11,88	3,68	31,0	0,373	4,60	66	52	37	20	8	3	-13,7
Б. Боргреве	15,51	5,06	32,6	0,369	4,74	45	43	37	21	18	22	+12,7
Ю. М. Руденко	15,45	4,96	32,1	0,362	4,70	60	53	48	18	7	—	+12,3
К. Е. Никитина	14,33	4,22	29,4	0,310	4,32	68	53	40	19	6	—	+4,1
Таблицы:												
И. М. Науменко	10,14	3,06	30,2	0,290	5,74	51	44	42	39	8	2	-26,3
В. В. Анганайтиса	14,75	4,69	31,8	0,345	4,68	59	64	33	18	10	2	+7,1
И. И. Кенставинуса	11,74	3,88	43,05	0,285	6,34	69	53	35	20	9	—	-14,7

где M_A ; M_{A-n} — запас наличных деревьев в возрасте A и $A-n$ лет;
 n — продолжительность периода.

Собранный материал обработан методами математической статисти-
стики (см. таблицу).

Один из наиболее простых методов таксации текущего прироста —
определение этого показателя по формуле Е. Герхардта [9]

$$Z_M^g = Z_M^n (1,7 - 0,7\Pi) \Pi,$$

где Z_M^g , Z_M^n — текущий прирост таксируемого и нормального древостоев (Z_M^n берется из таблиц хода роста по общей производительности насаждений);

Π — относительная полнота древостоя.

При массовой таксации текущего прироста формула Е. Герхардта с надежностью вывода 0,99 обеспечивает вполне удовлетворительные результаты, однако при измерении этого показателя в отдельных насаждениях погрешность метода в большинстве случаев превышает 10 %.

Метод М. Л. Дворецкого [3] основан на определении текущего прироста насаждений через радиальный прирост по формуле

$$Z_M = M_A \left(1 - \frac{d_A^2 - n}{d_A^2} \frac{h_A - n}{h_A} \right),$$

где d , h — средний диаметр и средняя высота учетных деревьев в возрасте A и $A - n$ лет.

Рассматриваемый метод при массовой таксации текущего прироста насаждений обеспечивает наиболее точные результаты (среднее отклонение от метода повторных обмеров деревьев составило —1,26 %). Тем не менее при таксации отдельного насаждения ошибка может превышать 20 %.

Н. П. Анучин [2] предложил метод определения текущего прироста насаждений по уравнению

$$Z_{M_n} = S_n i_{1,3} \Pi,$$

где S_n — боковая поверхность стволов нормального насаждения, определяемая по таблицам [2];

$i_{1,3}$ — средняя толщина годичного слоя на высоте 1,3 м.

Как видно из таблицы, метод Н. П. Анучина систематически занижает значение текущего прироста. Особенно большие отклонения наблюдаются при таксации насаждений высших классов бонитета. Даже для совокупности насаждений погрешность метода при определении текущего прироста с надежностью вывода 0,99 превышает 10 % по сравнению с методом повторных обмеров деревьев. Видимо, существенные ошибки рассматриваемого метода обусловлены ошибочным предположением, что толщина годичного слоя по всей длине ствола не изменяется. Не подтверждается фактическим материалом и утверждение автора, что боковая поверхность стволов нормального насаждения одной породы и одного класса бонитета — величина постоянная.

Метод Б. Боргреве [1] предусматривает определение процента текущего прироста насаждений (P_M) по формуле

$$P_M = \frac{K \Sigma di}{\Sigma d^2},$$

где K — коэффициент, изменяющийся от 400 до 800 в зависимости от энергии роста деревьев в высоту и протяженности кроны;
 Σd — сумма диаметров учетных деревьев.

На основе процента текущего прироста и запаса насаждений без коры определяют абсолютный текущий прирост по формуле

$$Z_{M_n} = \frac{M_A P_M}{100}.$$

Наблюдения показывают, что метод Б. Боргреве в большинстве случаев завышает значение текущего прироста, особенно в насаждении-

ях I, Ia и Ib классов бонитета, что обусловлено завышением коэффициента K . Среднее отклонение текущего прироста, определяемого этим методом, составило 12,6 % по сравнению с данными постоянных пробных площадей, причем в 61 случае из 186 оно превысило 30 %. А при таксации текущего прироста отдельного древостоя ошибка достигает 50 %.

Ю. М. Руденко [8] изменил методику определения коэффициента K в формуле Б. Боргреве, заменив его на $200k$, и предложил формулу для определения k :

$$k = \frac{100}{P_d} - \left(\frac{100}{P_d} - 2 + \frac{P_d}{100} \right) \left(1 - \frac{P_{HF}}{100} \right),$$

где P_d , P_{HF} — проценты периодического прироста по диаметру и видовой высоте (P_{HF} определяют по таблице [8]).

Из нашей таблицы видно, что средняя погрешность формулы Ю. М. Руденко даже при определении текущего прироста совокупности насаждений значима и мало отличается от погрешности формулы Б. Боргреве, а для отдельных насаждений колеблется от -40 до $+46$ %. Отклонение со знаком минус чаще всего наблюдается в спелых, со знаком плюс — в молодняках и средневозрастных насаждениях.

К. Е. Никитин [6] предложил метод определения процента текущего прироста по номограмме, построенной на основе шведской формулы:

$$P_M = P_G + P_{HF},$$

где P_G и P_{HF} определяются по номограмме: первый показатель на основе диаметра и толщины годичного слоя, измеренных у 20...25 учетных деревьев; второй — по высоте и возрасту насаждений.

Рассматриваемый метод характеризуется простотой вычислений и обеспечивает вполне удовлетворительные результаты при определении текущего прироста совокупности насаждений. При измерении этого показателя у отдельных древостоев этот метод не дает высокой точности.

К числу упрощенных относятся методы таксации текущего прироста насаждений по таблицам. В нашей стране хорошо известны таблицы текущего прироста И. М. Науменко [5], для пользования которыми необходимо знать возраст, высоту и полноту насаждения. Однако, несмотря на простоту, эти таблицы систематически занижают значение текущего прироста. Даже для совокупности насаждений среднее отклонение показателя составило $-26,3$ %.

В последнее время В. В. Антанайтисом [1] и И. И. Кенставичусом [4] предложены процентные таблицы текущего прироста. Первые из них построены на основе расчетной формулы

$$P_M = P_G + P_{HF} - 0,01P_GP_{HF}$$

с учетом породы, класса бонитета, возраста, среднего диаметра и радиального прироста учетных деревьев. Эти таблицы с достаточной точностью позволяют определять текущий прирост совокупности насаждений. Применительно к отдельному насаждению таблицы В. В. Антанайтиса не обеспечивают достаточной точности.

Таблицы И. И. Кенставичуса, построенные для породы в целом на основе формулы $P_M = P_G + P_{HF}$ с учетом среднего диаметра, не обеспечивают надежной точности как при учете текущего прироста отдельного древостоя, так и при массовой таксации.

Таким образом, ни один из рассмотренных упрощенных методов не обеспечивает надежной точности при определении текущего прироста отдельных насаждений.

При массовой таксации текущего прироста, особенно при статистическом учете лесного фонда, более надежные результаты дают методы Е. Герхардта, М. Л. Дворецкого, К. Е. Никитина и таблицы В. В. Антанайтиса, средняя ошибка которых не выходит за пределы $\pm 10\%$.

При определении объема выбираемой древесины в порядке мер ухода за лесом с учетом текущего объемного прироста предпочтение следует отдавать формуле Е. Герхардта, не требующей сложных вычислений и измерения радиального прироста.

Формулы Н. П. Анучина, Б. Боргреве, Ю. М. Руденко, а также таблицы И. М. Науменко и И. И. Кенставичуса могут найти применение только при ориентировочном учете текущего прироста.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1969. 240 с. [2]. Анучин П. П. Новый метод определения текущего прироста насаждений // Лесн. хоз-во.— 1959.— № 11.— С. 5—10. [3]. Дворецкий М. Л. Текущий прирост древесного ствола и древостоя.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 126 с. [4]. Кенставичус И. И. Новый практический метод определения текущего прироста по запасу насаждений // Лесн. хоз-во.— 1970.— № 3.— С. 50—54. [5]. Науменко И. М. Текущий объемный прирост насаждений // Науч. зап. / Воронеж. лесохоз. ин-т.— 1946.— Т. 9.— С. 121—148. [6]. Никитин К. Е. Приближенный способ таксации текущего прироста древостоев по запасу // Лесн. журн.— 1964.— № 3.— С. 23—27.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Полончук Н. С. Видовые числа и коэффициенты формы стволов в сосновых молодняках и средневозрастных насаждениях // Науч. тр. / УСХА.— 1978.— Вып. 221.— С. 83—88. [8]. Руденко Ю. М. Определение процента текущего объемного прироста сосновых древостоев без рубки моделей // Науч. тр. / УСХА.— 1963.— Т. 31, вып. 10.— С. 116—122. [9]. Gerhardt E. Ertragstabellen für Eiche, Bäume, Tanne, Fichte und Kiefer.— Berlin, 1923.— 223 S.

Поступила 19 февраля 1985 г.