

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:

3. При составлении бонитетной шкалы насаждений по методу заданного одинакового интервала  $\Delta_H$  в определенном возрасте на основе базовой кривой высот ряд авторов считают константным параметр темпа роста  $b$  и параметр  $m$  и изменяют лишь параметр  $a$  соответственно заданному интервалу  $\Delta_H$ . Это снижает гибкость функции роста этого вида, что подтверждают Лундгрэн и Долид (1970).

В нашей модели производительность тропических сосняков связана с двумя важнейшими показателями: возрастом, при котором древостой достигает максимальной производительности  $T_1 (Z_{M_{max}})$ , и возрастом количественной спелости  $T_2 (\Delta_{M_{max}})$ . Согласно (4),  $T_1 = \left(\frac{mb}{m+1}\right)^{1/m}$ , согласно (9),  $T_2 = (mb)^{1/m}$ . Очевидно, что они зависят от параметров  $b$  и  $m$ .

Таким образом, гибкость и универсальность функции роста Шумахера в нашей модели отражаются изменением параметров  $b$  и  $a$  для каждого класса бонитета, а также изменением параметра  $m$  для каждого таксационного показателя (типа связи). Все это соответствует эколого-лесоводственным особенностям роста тропических сосняков *Pinus kesiya*.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бутенас Ю., Байтис М. Моделирование роста и продуктивности сосновых насаждений в автоморфных типах условий местопроизрастания // Сб. науч. тр. / ЛитНИИЛХ.— Вильнюс, 1980.— С. 20—33. [2]. Свалов Н. Н. Моделирование производительности сосновых древостоев и теория лесопользования.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 216 с. [3]. Тябера А. П. Моделирование производительности сосновых древостоев разной густоты // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 5.— С. 59—62. [4]. Beck D. E., Lino D. B. Yield of unthinned Yellow-poplar // USDA Research Paper, March 1970, SE58. [5]. Brickwell J. E. A Method for constructing site index curves from Mensurments of Tree age and Height, its application to Inland Douglas-fir // US Forest serv. Research Paper, 1968, INT 47. [6]. Rawat A. S., Franz F. Detailed Non-linear Asymptotic Regression studies on Tree and Stand Growth with particular Reference to Forest Yield Research in Bavaria (FRG) and India // IUFRO working Party S4.01.4. Stockholm.— 1974.— N 30.— P. 180—221.

Поступила 29 февраля 1988 г.

УДК 630\*566

### ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОЙ ГУСТОТЫ ЕЛОВОГО ДРЕВОСТОЯ НА ЕГО ПРОДУКТИВНОСТЬ

Г. С. РАЗИН

Пермский государственный университет

Объектом изучения были условно разновозрастные естественные ельники, растущие без рубок ухода в дренированных с богатыми почвами условиях (ТУМ  $C_2$ , частично  $C_{2-3}$ ). Почвы в основном дерново-подзолистые, среднегумусные, среднесуглинистые либо легкосуглинистые, подстилаемые покровной глиной или тяжелым суглинком. Встречаются дерново-карбонатные типы почв. Насаждения относятся к типам леса: ельник кисличный, ельник зеленомошно-кисличный, ельник липняковый, ельник травяной. Пробные площади (112 шт.) заложены в древостоях 15—120-летнего возраста с полнотой 0,1...1,2; классы бонитета Va—I.

При подборе естественных, гомогенных рядов использован Поволжский метод составления таблиц хода роста древостоев [2], который имеет две отличительные особенности.

Таблица 1  
Ход роста естественных ельников различной начальной густоты (при  $A = 20$  лет) в ТУМ  $C_2 - C_{2-3}$  южной (и средней) тайги Пермской области (фрагменты)

| A, лет | $N_{нач} = 6240$ шт./га |       |        |                   |                                       |                                       | $N_{нач} = 1070$ шт./га |       |        |                   |                                       |                                       |
|--------|-------------------------|-------|--------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------|--------|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|        | H, м                    | D, см | N, шт. | M, м <sup>3</sup> | $\Delta M_{ср}$ , м <sup>3</sup> /год | $\Delta T_{ср}$ , м <sup>3</sup> /год | H, м                    | D, см | N, шт. | M, м <sup>3</sup> | $\Delta M_{ср}$ , м <sup>3</sup> /год | $\Delta T_{ср}$ , м <sup>3</sup> /год |
| 20     | 1,8                     | 1,49  | 6240   | 3                 | 0,15                                  | 3                                     | 1,8                     | 1,50  | 1070   | 0                 | 0                                     |                                       |
| 30     | 5,9                     | 6,95  | 5750   | 76                | 2,53                                  | 77                                    | 6,0                     | 8,13  | 987    | 17                | 0,57                                  |                                       |
| 40     | 10,4                    | 10,8  | 3914   | 209               | 5,22                                  | 232                                   | 11,0                    | 16,5  | 957    | 108               | 2,70                                  |                                       |
| 50     | 14,7                    | 15,3  | 2204   | 321               | 6,42                                  | 371                                   | 16,0                    | 23,7  | 936    | 306               | 6,12                                  |                                       |
| 60     | 17,9                    | 18,8  | 1518   | 398               | 6,63                                  | 487                                   | 19,5                    | 26,8  | 924    | 480               | 8,00                                  |                                       |
| 70     | 20,7                    | 21,9  | 1125   | 458               | 6,54                                  | 593                                   | 22,5                    | 30,4  | 782    | 604               | 8,63                                  |                                       |
| 80     | 22,5                    | 24,0  | 935    | 491               | 6,14                                  | 663                                   | 24,5                    | 33,4  | 679    | 681               | 8,51                                  |                                       |
| 90     | 23,7                    | 25,4  | 829    | 511               | 5,68                                  | 712                                   | 26,0                    | 35,7  | 612    | 739               | 8,21                                  |                                       |
| 100    | 24,6                    | 26,4  | 738    | 525               | 5,25                                  | 751                                   | 27,2                    | 37,5  | 565    | 786               | 7,86                                  |                                       |
| 110    | 25,7                    | 28,3  | 697    | 574               | 5,22                                  | 814                                   | 27,8                    | 38,5  | 543    | 809               | 7,35                                  |                                       |

уравнений, дающих при их решении на ЭВМ все параметры древостоев любого состояния как в статике, так и в динамике, в зависимости от начальной густоты и режима выращивания. При этом выявлялись параметры и таких древостоев, какие непосредственно не встречаются при сборе эмпирических данных (древостоев с малой густотой). Выявленные уравнения позволили осуществить математическое моделирование на ЭВМ «Минск-32» динамики роста естественных ельников различной начальной густоты: от 0,69 до 61,8 тыс. шт./га [3]. Фрагменты ТХР приведены в табл. 1.

Краткий анализ некоторых результатов математического моделирования динамики древостоев показывает, что естественный ход роста условно одновозрастных еловых древостоев различной начальной (при  $A = 20$  лет,  $H = 1 \dots 2$  м) густоты резко отличается: чем меньше на-

1. За основу принимается тип условий местопроизрастания (ТУМ) или тип лесорастительных условий (ТЛУ); принадлежность же древостоев к относительно идентичным (одинаковым) условиям произрастания устанавливается по величине интегрального лесорастительного эффекта — относительному (элементарному) — по М. Л. Дворецкому — запасу  $M_{отн} = HF = M : \Sigma g$ , м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>; на графике  $M_{отн} = f(A)$  отклонения не должны выходить за пределы  $\pm 7 \dots 15$  % от средних линий.

2. Вся совокупность древостоев пробных площадей, произрастающих в однородных условиях, разделяется на группы (классы) по начальной густоте. Для этого используется график зависимости среднего диаметра древостоев от возраста  $D = f(A)$ , на котором вся плоскость рассеивания точек разбивается на полоски с таким расчетом, чтобы в каждой подсовкупности древостоев любого возраста отличались по диаметру до  $\pm 4 \dots 5$  % от средней линии — в зависимости от дробности разделения. Решение вопроса уточняется путем построения графика  $K_2 = D : H = f(A)$ , так как этот показатель является лучшим индикатором начальной густоты древостоев.

Составленные Поволжским методом таблицы хода роста (ТХР) еловых древостоев использованы для выявления

Таблица 2

Текущая густота  $N$ , запас стволовой древесины в коре  $M$ , суммарный запас отпада  $\Sigma M_{отп}$  и общая продуктивность  $P_{общ}$  ельников в зависимости от начальной густоты  $N_{нач}$  и возраста (при  $A = 20$  лет,  $H_{ср} = 1... 2$  м)

| Возраст, лет | $N_{нач}$<br>тыс. шт./га | $N$ ,<br>шт. | $\Sigma g$ ,<br>$m^2$ | $M$ ,<br>$m^3$ | $\Sigma M_{отп}$ ,<br>$m^3$ | $P_{общ}$ ,<br>$m^3$ | $H_{ср}$ ,<br>м | $D_{ср}$ ,<br>см |
|--------------|--------------------------|--------------|-----------------------|----------------|-----------------------------|----------------------|-----------------|------------------|
| 50           | 61,8                     | 3 624        | 29,4                  | 196            | 59                          | 255                  | 11,6            | 10,2             |
|              | 20,3                     | 3 049        | 33,5                  | 239            | 57                          | 296                  | 12,7            | 11,8             |
|              | 10,3                     | 2 594        | 37,3                  | 280            | 53                          | 333                  | 13,7            | 13,5             |
|              | 6,2                      | 2 204        | 40,6                  | 321            | 50                          | 371                  | 14,7            | 15,3             |
|              | 4,2                      | 1 897        | 43,5                  | 357            | 42                          | 399                  | 15,6            | 17,1             |
|              | 2,9                      | 1 739        | 45,4                  | 373            | 29                          | 402                  | 15,9            | 18,2             |
|              | 1,7                      | 1 458        | 46,8                  | 372            | 3                           | 375                  | 16,0            | 20,2             |
|              | 1,1                      | 936          | 41,3                  | 306            | 1                           | 307                  | 16,0            | 25,6             |
|              | 0,7                      | 638          | 33,0                  | 234            | 1                           | 235                  | 16,0            | 25,6             |
| 100          | 61,8                     | 747          | 19,9                  | 271            | 226                         | 497                  | 21,5            | 19,9             |
|              | 20,3                     | 787          | 29,9                  | 359            | 231                         | 590                  | 22,6            | 22,0             |
|              | 10,3                     | 788          | 36,0                  | 444            | 230                         | 674                  | 23,6            | 24,1             |
|              | 6,2                      | 758          | 41,5                  | 525            | 226                         | 751                  | 24,6            | 26,4             |
|              | 4,2                      | 712          | 46,6                  | 601            | 217                         | 818                  | 25,6            | 28,9             |
|              | 2,9                      | 687          | 51,2                  | 661            | 202                         | 863                  | 26,1            | 30,8             |
|              | 1,7                      | 626          | 58,2                  | 745            | 163                         | 908                  | 26,8            | 34,4             |
|              | 1,1                      | 565          | 62,5                  | 786            | 115                         | 901                  | 27,2            | 37,6             |
|              | 0,7                      | 516          | 64,2                  | 784            | 54                          | 838                  | 27,2            | 39,8             |

начальная густота, тем больше у них в среднем ( $A = 50$  лет) и спелом ( $A = 100$  лет) возрастах средняя высота, диаметр, запас древесины и общая продуктивность  $P_{общ}$  — до определенной густоты (табл. 2). Наибольшего запаса ( $373 m^3/га$ ) 50-летние ельники с естественным ходом изреживания достигают при начальной густоте 1,7... 2,9 тыс. шт./га, следовательно, и средний прирост запаса в 1,9 раза выше, чем у более густых. Наибольшей общей продуктивности ( $403... 399 m^3/га$ ) ельники этого возраста достигают при начальной густоте 2,9... 4,2 тыс. шт./га, превышая показатели более густых в 1,6 раза.

100-летние ельники достигают наибольшего запаса древесины ( $786 m^3/га$ ) в случаях, когда они имели начальную густоту 0,7... 1,1 тыс. шт./га. Их запас оказывается в 1,3—2,9 раза больше, чем у более густых. Наибольшей общей продуктивности ( $901... 909 m^3/га$ ) 100-летние ельники отличаются при начальной густоте 1,1... 1,7 тыс. шт./га, превышая показатели более густых в 1,1—1,6 раза.

Важно знать, насколько отличаются друг от друга древостои различной начальной густоты в возрасте технической спелости, когда они подлежат рубке. В данном случае наиболее приемлемо за критерий технической спелости принять средний диаметр деревьев 20 см и более, так как использование среднего прироста объемов каких-либо сортиментов для таких древостоев неэффективно. В возрасте технической спелости (табл. 3) наибольший средний прирост (среднее изменение) запаса имеют древостои с начальной густотой 1,1... 1,7 тыс. шт./га ( $8,57 m^3/га$  в год). Они в 1,6—3,1 раза продуктивнее, чем древостои с большей начальной густотой. Наибольший средний прирост общей продуктивности (общего запаса) в возрасте технической спелости имеют древостои с начальной густотой 1,7... 2,2 тыс. шт./га ( $9,64 m^3/га$  в год), что в 1,3—1,9 раза выше, чем у древостоев с большей густотой.

Результаты анализа моделей динамики убеждают, что условно одно-возрастные еловые древостои при естественном ходе изреживания оказываются значительно продуктивнее при оптимальных начальных (в возрасте 20 лет) густотах. Оптимальная начальная густота колеблется в

Таблица 3  
 Возраст технической спелости  $A_{\text{техн}}$  ( $D_{\text{ср}} \geq 20$  см),  
 средний прирост запаса  $\Delta M_{\text{ср}}$  и общей продуктивности  
 $\Delta P_{\text{ср}}$  при различной начальной густоте ельников  $N_{\text{нач}}$

| $N_{\text{нач}}$<br>тыс.<br>шт./га | $D_{\text{ср}}$<br>см | $A_{\text{техн}}$<br>лет | $\Delta M_{\text{ср}}$      |     | $\Delta P_{\text{ср}}$      |     |
|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|
|                                    |                       |                          | м <sup>3</sup> /га<br>в год | %   | м <sup>3</sup> /га<br>в год | %   |
| 61,8                               | 19,9                  | 100                      | 2,71                        | 32  | 4,97                        | 52  |
| 20,3                               | 21,0                  | 90                       | 3,96                        | 46  | 6,26                        | 65  |
| 10,3                               | 21,8                  | 80                       | 5,28                        | 62  | 7,48                        | 78  |
| 6,2                                | 21,9                  | 70                       | 6,55                        | 76  | 8,47                        | 88  |
| 4,2                                | 24,1                  | 70                       | 7,37                        | 86  | 9,20                        | 95  |
| 2,9                                | 24,1                  | 65                       | 7,97                        | 93  | 9,38                        | 97  |
| 2,2                                | 25,5                  | 65                       | 8,35                        | 97  | 9,51                        | 99  |
| 1,7                                | 28,4                  | 70                       | 8,57                        | 100 | 9,64                        | 100 |
| 1,1                                | 31,9                  | 75                       | 8,56                        | 100 | 9,15                        | 95  |
| 0,7                                | 35,4                  | 80                       | 8,38                        | 98  | 8,48                        | 88  |

пределах 1,1...2,2 тыс. шт./га. С другой стороны, начальная густота естественных ельников, как правило, превышает 4 тыс. шт./га, а преобладают же древостои с густотой 10...30 тыс. шт./га, характеризующиеся низкими показателями. Это означает, что причиной низкой продуктивности всей совокупности рассмотренных ельников является большая начальная густота. Понятно, что повышение их продуктивности возможно только при устранении основной причины — большой начальной густоты и перегущенности в дальнейшем. Этого можно достигнуть только своевременными и систематическими разреживаниями — прокладкой частых коридоров и рубками ухода в кулисах.

Раннее разреживание густых древостоев оказывает на их динамику эффект, подобный уменьшению начальной густоты. При опаздывании с разреживанием эффект снизится, но также будет значительным, если рубки будут проводиться периодически.

Однако изложенное не означает, что сейчас повсеместно необходимо любые древостои сильно разреживать без каких-либо обоснований и нормативов. Это может привести к уменьшению прироста, ослаблению и распаду. Поэтому нужно придерживаться имеющихся рекомендаций по оптимизации густоты ([1, 4, 5] и др.) и программ по рубкам ухода ([6, 7] и др.).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кайрюкшис Л. А. Оптимизация выращивания лесов в Литовской ССР // Научные исследования для лесов будущего.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— С. 54—70.  
 [2]. Разин Г. С. Метод составления таблиц хода роста древостоев (насаждений) // Лесн. журн.— 1967.— № 5.— С. 71—74. [3]. Разин Г. С. Изучение и моделирование хода роста древостоев (на примере ельников Пермской области): Методические рекомендации.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1977.— 43 с. [4]. Разин Г. С. Способ определения оптимальной текущей густоты древостоев при их целевом выращивании // Лесн. журн.— 1981.— № 3.— С. 35—38. [5]. Разин Г. С. Программы разреживания и выращивания высокопродуктивных и устойчивых древостоев // Информ. листок / Пермск. ЦНТИ.— 1982.— № 405.— С. 1—4. [6]. Сеннов С. Н. Проектирование рубок ухода на основе программ и блочного метода организации работ: Методические рекомендации.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1982.— 14 с. [7]. Чибисов Г. А., Поротов В. Н. Программы рубок ухода за лесом на Европейском Севере (практические рекомендации).— Архангельск: Арханг. ин-т леса и лесохимии, 1982.— 25 с.

Поступила 29 июля 1987 г.