

рій до рекреаційного використання населенням шахтарських міст і селищ. Заліснені терикони є джерелом заготівлі садивного матеріалу для наступного проведення робіт із фітомеліорації породних відвалів. Це кормова база для птахів, біотоп для наявних живих організмів, тому потрібно проводити біотехнічні заходи із розведення птахів та звірів. Зважаючи на рівнинність території Малого Полісся, рекультивовані породні відвали можна використовувати як лісові рекреаційні ландшафти. Для цього необхідно здійснити облаштування їх території. Високу декоративність окремих деревних порід (*Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, ...) необхідно враховувати при створенні садово-паркових мікроасоціацій. Для огляду навколишніх ландшафтів влаштувати спіральні дороги на верхівку відвалу. Водночас, організація рекреаційної діяльності передбачає присутність сфери обслуговування.

Література

1. Башуцька У.Б. Характеристика флори породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.2. – С. 84-86.
2. Бяллович Ю.П. Метод фитомелиорации/ Научный отчет за 1945 г. Укр. ин-та агролесомелиорации. – Киев-Харьков, 1945. – С. 105-148.
3. Бяллович Ю.П. О некоторых биогеоценотических основах общей теории фитомелиорации/ Теоретические проблемы фитоценологии и биогеоценологии. – М.: Наука, 1970. – С. 5-16.
4. Кучерявий В.П. Фітомеліорація. – Львів: Світ, 2003. – 540 с.

УДК630*5:630*641

Асист. Ю.Й. Каганяк, канд. с.-г. наук – УкрДЛТУ

КОРОТКОТЕРМІНОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ТАКСАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ СОСНОВОГО ДЕРЕВОСТАНУ

На прикладі деревостанів сосни отримано моделі залежності основних таксаційних показників від відносної повноти при констатації чинника часу. Показано можливість короткотермінового прогнозу параметрів моделі деревостану з врахуванням програми зрідження. Наводяться результати прогнозу для деревостанів сосни з різною відотною повнотою у діапазоні 10...80 років.

Ключові слова: прогноз короткотерміновий і довготерміновий, деревостан, таксаційні показники, моделювання, чинники.

Assist. Yu.Yo. Kaganyak – USUFWT

Short-barreled forecasting taxation of parameters of the pine forest stand

By the example of forest stands of a pine growths models of dependence of the some people taxation parameters from relative completeness are received at ascertaining the factor of time. It is shown an opportunity short-barreled forecasting of changes of parameters of model of a forest stand at the account of the program occasionally. Results of the forecast for forest stands of a pine different with relative completeness in a range of 10...80 years are resulted.

Keywords: the forecast short-barreled and long-term, a forest stand, taxation parameters, modeling, factors.

Прогноз таксаційних показників насаджень проводиться з метою раціонального планування програми лісогосподарських заходів та вибору правильного рішення, загального передбачення процесу нагромадження запасу

окремими деревостанами та їх сукупності, визначення лісовпорядкуванням об'єму користування деревними лісоресурсами та оцінки впливу на них різних чинників.

Прогнози диференціюються на довгострокові і короткотермінові. Н.А. Мойсєєв пов'язує потребу в довгострокових прогнозах у лісовій галузі з тривалим періодом лісовирощування. Зростання попиту на ресурси лісу при теперішньому дефіциті деревини вимагає довгострокового прогнозування у площині оптимізації лісогосподарських заходів, можливих шляхів підвищення продуктивності лісу, територіального розміщення лісів під час заліснення для найповнішого задоволення потреб населення в майбутньому. Довгострокове прогнозування допомагає встановити тенденції обсягів ресурсного потенціалу сукупності деревостанів. В їх основу покладено моделі росту, які охоплюють весь онтогенез деревостану [3, 4, 11]. Вимоги до точності таких прогнозів є невисокими.

Довгостроковий прогноз стану лісів дає змогу виявити лише загальні тенденції у природокористуванні та змінах в лісовому фонді при врахуванні екологічних чинників (грунтово-кліматичних, тощо). Його можна реалізувати методом варіантного моделювання динаміки насаджень за заданими сценаріями (управління відповідно до лісівничих вимог, базового лісогосподарського, з врахуванням забруднення навколишнього середовища та їх комбінації) [12]. Результати узагальнюються у вигляді укрупнених показників (потенційне користування, приріст, запас). На думку А. Швиденка, С. Нільсона, А. Строчинського, такі прогнози є приблизними, оскільки ґрунтуються на сьогодинішньому розумінні стану і ролі лісів та оптимальності управління ними, адекватності інформації про компоненти та зв'язки біосистеми, її реакції на чинники збурення.

У процесі ведення лісового господарства, складання планів організації та розвитку підприємства необхідною є інформація про зміни в об'єкті за коротший (ревізійний) період. Такі короткотермінові прогнози використовуються в практиці лісовпорядкування з метою актуалізації таксаційних показників окремо взятого деревостану (виділу). Для моделювання змін у межах коротких проміжків часу потрібно враховувати, крім умов місцезростання, мінливість та зміну величини основних таксаційних показників деревостану, на які зокрема впливають метод доглядових рубань та спосіб головного рубання. Такі прогностичні моделі сприяють покращенню нормативно-інформаційного забезпечення системи комплексного обліку лісів. Прогноз цього типу опирається на таблиці ходу росту та інформацію повидільної бази даних (А.А. Строчинський, 1999).

Проблему моделювання таксаційних показників для прогнозу змін у об'єкті досліджували Г. Венк (1969, 72, 73), І.І. Грігалюнас (1980), В.В. Кузмічев, Т.Н. Міндєєва, Г.Б. Кофман (1996), І.Я. Лієпа (1977), Я.К. Матузаніс (1977), С.А. Диренков (1977), Н.Н. Свалов (1978), А.А. Строчинський (1992, 95, 99) та інші. Як правило, прогноз базувався на оцінці частка приросту або дослідженнях безпосередньо зміни величини основних таксаційних показників у динаміці.

С.А. Диренков та Я.К. Матузаніс зазначали, що для прогнозування поведінки рядів розподілу нерідко використовують жорсткі статистичні моделі, які описують зміну характеру рядів:

- через зміну дисперсії і середнього значення діаметра деревостану (елемента лісу) та вірогідність його відпаду за цей період часу;
- через трансформацію рядів залежно від середнього діаметра з використанням складної ймовірнісної показникової функції;
- внаслідок опису змін у динаміці параметрів кривої розподілу певного типу, універсально моделюючої будь-які емпіричні ряди.

Застосування жорсткої моделі для оцінки динаміки рядів розподілу супроводжується аналізом чинників, що впливають на характер їх форми. Жорсткі моделі можна застосувати лише для моделювання прогнозів стану, середнього для статистично однорідної сукупності деревостанів (елементів лісу). Для прогнозу зміни структури окремого деревостану жорсткі статистичні моделі малопридатні.

Об'єкт, предмет та мета дослідження

У цій роботі пропонуються моделі для короткотермінового прогнозування змін сукупності деревостанів, однорідних за лісорослинними умовами, програмою догляду. Прогноз на період 10 років (ревізійний період) не потребує додаткового залучення для аналізу кліматичних та економічних чинників, які безумовно коректують протікання фізіологічних процесів у деревостані протягом тривалого періоду (близького до обороту рубки). Достатнім є врахування специфіки росту в конкретних умовах місцезростання та запланованої, згідно зі станом, програми лісогосподарських заходів на наступний ревізійний період.

Отже, об'єктом цього дослідження є лісові культури сосни звичайної різних бонітетів у діапазоні 10...80 років (період у межах обороту рубки).

Метою дослідження є моделювання впливу доглядових рубань (зрідження низовим/комбінованим методами) різної інтенсивності на деякі основні таксаційні показники (середні висоту та діаметр) залишеної частини деревостану; теоретичне обґрунтування екстраполяції основних таксаційних показників на час ревізійного періоду, з використанням математико-статистичних методів прогнозування змін.

Для цього необхідно вирішити такі задачі:

- створити модель зв'язку відносної повноти із основними таксаційними показниками залишеної частини деревостану: $T_A = f(I)$;
- створити модель короткотермінового прогнозу основних таксаційних показників залишеної частини деревостану: $T_{A+n} = f(A, I)$ залежно від величини вибірки та віку для програми доглядових рубань, проведених низовим/комбінованим методами.

Моделювання процесу

Короткотерміновому прогнозу основних таксаційних показників передуює формалізація динаміки частки їх приросту, залежно від лімітуючих чинників. Алгоритм прогнозу середньої висоти зводиться до розрахунку базової висоти (бонітету) за формулою:

$$B = \overline{H} \cdot \frac{(\alpha + \beta \cdot A)^{3b}}{\gamma^b \cdot A^{2b}},$$

частка приросту за формулою

$$P_{\overline{H}} = \left(1 - \left(\frac{\alpha + \beta \cdot A_{n+1}}{\alpha + \beta \cdot A_n} \right)^{3b} \cdot \left(\frac{A_n}{A_{n+1}} \right)^{2b} \right) \cdot 100,$$

коефіцієнта корекції частки поточного приросту $\partial P_{\overline{H}}$ за формулою

$$\partial P_{\overline{H}} = \varphi \cdot \Delta^{\eta + \lambda \cdot \Delta},$$

де: φ, η, λ – параметри, які залежать від віку та $MP = \overline{H}^* \cdot \overline{H}^{-1}$; $\overline{H}^*$ – середня висота після рубання; $\overline{H}$ – середня висота до рубання; Δ – період прогнозу (1, 2, ... років).

Модель частки приросту середнього діаметра зі врахуванням зміни середньої висоти, відносної повноти та бонітету деревостану після зрідження розраховується за допомогою регресійного рівняння:

$$P_{\overline{D}_q} = 100 \cdot \left(1 - \frac{(a_1 + b_1 \cdot B_A) \cdot \Pi_A^{a_2 + b_2 \cdot B_A} \cdot \overline{H}_A^{a_3 \cdot B_A^{b_3} + 1}}{(a_1 + b_1 \cdot B_{A+1}) \cdot \Pi_{A+1}^{a_2 + b_2 \cdot B_{A+1}} \cdot \overline{H}_{A+1}^{a_3 \cdot B_{A+1}^{b_3} + 1}} \right).$$

Для прогнозу відносної повноти попередньо обчислюється частка приросту за запасом для повних деревостанів (P_M) за формулою:

$$P_M = \left(1 - \frac{\exp\{0,0258 \cdot B_A\} \cdot \overline{H}_A^{2,8631 \cdot B_A^{-0,2244}}}{\exp\{0,0258 \cdot B_{A+1}\} \cdot \overline{H}_{A+1}^{2,8631 \cdot B_{A+1}^{-0,2244}}} \right) \cdot 100.$$

Результати розрахунку

Використання системи моделей актуалізації основних таксаційних показників деревостану сосни звичайної після зрідження низовим методом та вибіркою 8(16) м³ деревини у 10-річному віці дав такі результати прогнозу.

Табл. 1. Короткотерміновий прогноз середньої висоти соснового деревостану I^А класу бонітету

Вік	Повний деревостан		Зріджений низовим методом			
	P_H	H	∂P_H	H (8 м ³)	∂P_H	H (16 м ³)
10	13,9	3,6	-1,62	3,8	-3,07	3,9
11	12,5	4,2	-0,83	4,3	-1,60	4,4
12	11,4	4,8	-0,43	4,9	-0,87	4,9
13	10,3	5,4	-0,22	5,4	-0,46	5,5
14	9,5	6,0	-0,11	6,1	-0,24	6,1
15	8,7	6,6	-0,05	6,7	-0,12	6,7
16	8,0	7,3	-0,02	7,3	-0,06	7,3
17	7,4	7,9	-0,01	8,0	-0,03	8,0
18	6,9	8,5	0,00	8,6	-0,01	8,6
19	6,4	9,2	0,00	9,2	-0,01	9,2
20	6,0	9,8	0,00	9,9	0,00	9,9

Табл. 2. Актуалізація запасу та відносної повноти соснового деревостану I^A класу бонітету

Вік, років	Відносна повнота після зрідження		Додатковий приріст за запасом, %		Запас, м³/га	
	8 м³	16 м³	8 м³	16 м³	8 м³	16 м³
10	0,74	0,52	0,59	1,39	32	24
11	0,77	0,56	0,67	1,70	39	30
12	0,79	0,59	0,75	1,96	47	36
13	0,81	0,62	0,80	2,15	56	43
14	0,82	0,64	0,83	2,25	65	51
15	0,83	0,66	0,83	2,28	75	60
16	0,83	0,68	0,82	2,25	85	69
17	0,84	0,70	0,80	2,17	96	79
18	0,85	0,72	0,76	2,06	107	90
19	0,86	0,73	0,72	1,94	118	101
20	0,87	0,75			130	113

Табл. 3. Короткотерміновий прогноз середнього діаметра 10-річного соснового деревостану I^A класу бонітету

Вік, років	Частка приросту за діаметром, %		Середній діаметр, см	
	8 м³	16 м³	8 м³	16 м³
10	13,8	13,3	3,2	3,5
11	14,2	12,1	3,8	4,1
12	11,3	12,4	4,4	4,6
13	13,1	11,4	4,9	5,3
14	10,6	10,4	5,7	6,0
15	10,0	9,5	6,4	6,7
16	10,0	9,8	7,1	7,4
17	8,3	8,1	7,9	8,2
18	7,7	7,7	8,6	8,9
19	8,1	7,8	9,3	9,6
20			10,1	10,4

Аналіз результатів розрахунку.

Оцінка параметрів моделі актуалізації середньої висоти показує, що зміна величини даного таксаційного показника після рубання статистично достовірно впливає на форму кривої динаміки.

Залежно від методу та інтенсивності зрідження динаміка нормального запасу буде різною, оскільки змінюється середня висота деревостану, а отже і приналежність до класу бонітету. Зміна величини бонітету, внаслідок розрідження тим чи іншим методом, спричиняє різну стартову відносну повноту (П), на основі якої обчислюється частка додаткового приросту по запасу.

Внаслідок розрідження деревостану середній діаметр позитивно реагує на додаткове освітлення та зростання площі живлення. Низовим методом істотніше збільшується цільовий діаметр та покращується сортиментна структура соснового деревостану. Не залежно від методу зрідження (за винятком верхового) середній діаметр зростає за величиною порівняно із нормальним деревостаном.

Висновки

В основі прогнозу лежить особливість поведінки деревостану як саморегульованої біосистеми, втрата маси якою компенсується додатковим приростом. При помірному втручанні (збурення внаслідок рубання) система намагається повернутися в стан динамічної рівноваги або нормальний стан. Така поведінка деревостану є підставою для концептуального обґрунтування моделей прогнозу основних таксаційних показників.

Застосування поданих вище моделей основних таксаційних показників деревостану сосни звичайної є можливим після проведення базового лісовпорядкування. Вони придатні для проведення прогнозу на період до 10...20-ти років з врахуванням програми зрідження (доглядових рубань низовим/комбінованим методами), з метою безперервного лісовпорядкування лісового фонду. Прогноз за цими моделями на триваліший період істотно погіршує точність актуалізації основних показників деревостану.

Література

1. Григалюнас И.И. Создание актуализированного массива данных лесотаксационных выделов. Методические рекомендации. – Каунас. – 1980.
2. Дыренков С.А. Статистический подход к моделированию структуры и динамики древостоев// В кн.: Оптимизация использования и воспроизводства лесов СССР. – М.: Наука, 1977. – С. 80-93.
3. Кузмичев В.В., Миндеева Т.Н., Кофман Г.Б. Региональные модели прогноза роста древостоев// Лесное хозяйство. – 1996, № 4. – С. 43-45.
4. Кузмичев В.В. Закономерности роста древостоев. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1977. – 160 с.
5. Кузмичев В.В. Оценка продуктивности древостоев на основе анализа их строения// Вопросы лесоведения. – Красноярск. – 1967, т.1. – С. 446-458.
6. Лиєпа И.Я. Прогнозирование запаса древостоев// В кн.: Оптимизация использования и воспроизводства лесов СССР. – М.: Наука, 1977. – С. 57-66.
7. Моисеев Н.А. Основы прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 224 с.
8. Матузанис Я.К. Моделирование хода роста древостоев// В кн.: Оптимизация использования и воспроизводства лесов СССР. – М.: Наука, 1977. – С. 67-75.
9. Строчинский А.А. Методическое и нормативно-информационное обеспечение системы регулирования продуктивности лесных насаждений на Украине: Дис. в виде научн. доклада ... д-ра. с.-х. наук: 06.03.02. – Киев, 1992. – 70 с.
10. Строчинський А.А. До методики актуалізації повноти і запасу деревостану в системі неперервного лісовпорядкування// Наук. вісник НАУ. – К.: НАУ. – 1999, вип. 17. – С. 242-247.
11. Свалов Н.Н. Прогнозирование роста древостоев// Лесоведение и лесоводство. – 1978, № 6. – С. 110-197.
12. Швиденко А., Нільсон С., Строчинський А. Прогноз стану українських лісів і лісокористування на наступне сторіччя// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1995, вип. 3.1. – С. 9-15.