

Загвойська Л. Д.
к.е.н., доцент

Пелюх О. Р.
Національний лісотехнічний університет України
м. Львів

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕФОРМУВАННЯ ПОХІДНИХ ЯЛИННИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ СИМУЛЯТОРА РОСТУ *SIBYLA*

Прогнозування наслідків лісогосподарської діяльності та оцінювання ефективності різних стратегій управління лісовими екосистемами – відкритими системами, які обмінюються енергією, речовиною та інформацією з іншими системами, в тому числі з прилеглими лісами, водними екосистемами та атмосферою, — складний процес. Для коректного моделювання та отримання реалістичної інформації необхідне відповідне прикладне програмне забезпечення. Так, наприклад, симулятор росту *SIBYLA* (*Simulator of Forest Biodynamic*), який був розроблений в Республіці Словаччина проф. Марекком Фабрікою [1], дозволяє моделювати поведінку лісових екосистем із заданими умовами. Використовуючи цей інструмент, сьогодні можна моделювати ріст деревостанів, які знаходяться на території всієї Словаччини, а для деревостанів поза її межами потрібно проводити калібрування моделі. Найменшою одиницею моделювання для цього симулятора росту є дерево або деревостан, які моделюють за допомогою рівнянь і співвідношень, що відображають причинно-наслідкові або евристичні взаємозв'язки, описують реальні біологічні процеси в лісових екосистемах [2, с. 48-50].

Відповідно до класифікації лісових моделей за ознакою часу та ієрархічного рівня моделювання, яку пропонує Н. Pretzsch (2001) [3], *SIBYLA* відносять до моделей окремих дерев, які відтворюють мозаїку деревостану, імітують їх співіснування як просторово-часову систему. За класифікацією W. Kurth (1994) [4], в якій ознакою структурування є концепція моделювання, *SIBYLA* відносять до категорії напівемпіричних моделей.

У вітчизняній практиці для прогнозування майбутнього стану деревостану лісогосподарі використовують таблиці ходу росту деревних порід. Проте застосування симулятор роста *SIBYLA* має очевидні переваги в цьому аспекті (табл. 1).

Таблиця 1

**ВІДМІННОСТІ МІЖ СИМУЛЯТОРОМ РОСТУ
SIBYLA І ТАБЛИЦЯМИ ХОДУ РОСТУ***

Ознаки порівняння	Симулятор росту SIBYLA	Таблиці ходу росту
Функціональні можливості	Імітує поведінку лісів	Описує ріст деревостану
Тип моделі	Система складних моделей та алгоритмів	Проста модель
Характер вхідних і вихідних даних	Ґрунтовний опис екологічних умов	Обмежені (прості) вхідні параметри
	Широкий діапазон виходів	Виходи описують аспекти росту
Урахування ризику	Стохастична система	Детермінована система
Особливості моделі	Складна і гнучка	Спрощена з наперед визначеною структурою
Форма моделі	Комп'ютерна програма з відповідною базою даних	Таблиці
Складність застосування	Потрібна відповідна підготовка користувача	Легко застосувати
Область використання моделі	Наукові дослідження та навчання	Прийняття рішень у лісовому господарстві
Характер моделі	Прогностична	Нормативна

*Доопрацьовано авторами за [3]

Зважаючи на очевидні переваги симулятора росту *SIBYLA*, ми застосували його для моделювання стратегій переформування похідних ялиників в мішані різновікові деревостани. Для мінімізації відхилень модельованих процесів росту деревостанів від реальних умов Українських Карпат було виконано калібрування моделі. Для цього було використано таблиці ходу росту деревних порід Українських Карпат і вісім характеристик ділянки, які відображають наявність поживних речовин у ґрунті, гідрологічні і кліматичні умови, особливості рельєфу. Вхідні дані були підготовані на основі таксаційних описів ДП «Рахівське ЛДГ».

З досліджень М. В Чернявського (2014), відомо, що часовий горизонт для процесу переформування похідних ялиників становить

80 років (8 періодів по 10 років). На підставі вивчення світового і вітчизняного досвіду були розроблені чотири стратегії переформування, які відрізнялися інтенсивністю і часом проведення рубань.

Аналіз результатів моделювання цих стратегій симулятором росту *SIBYLA* показав, що можливість досягнення мішаного різновікового деревостану з використанням рубань переформування обмежена. Успіх переформування головним чином залежить від появи надійного і стабільного природного поновлення у процесі переформування. Горизонтальна та вертикальна структура деревостану в основному залежить від інтенсивності режиму переформування. Окрім цього, аналіз результатів моделювання показав, що для старшого деревостану з низькою повнотою єдиним ефективним шляхом досягнення цілей переформування є застосування лише вибіркового прорідження, в той час як для молодого деревостану з високою повнотою, потрібно комбінувати інтенсивне вибіркове прорідження з рубкою дерев з цільовим діаметром у початкові періоди процесу перетворення.

Отримані результати моделювання можуть бути використані для прийняття управлінських рішень в лісовому господарстві з метою забезпечення стійкості лісових екосистем похідних ялиників, які швидко розладнуються за умов посилення антропогенного навантаження та зміни клімату. Отримані кількісні оцінки приросту обсягів пропозиції послуг лісових екосистем стануть інформаційним забезпеченням аналізу витрат і вигід цієї діяльності [4], який може засвідчити її привабливість і необхідність з точки зору суспільної вигоди від покращення лісових екосистем.

Список використаних джерел

1. *Fabrika M.* Simulátor biodynamiky lesa SIBYLA, koncepcia, konštrukcia a programové riešenie. Habilitačná práca. Technická univerzita vo Zvolení, 2005. – 238 p.
2. *Загвойська Л. Д.* Інструментарій моделювання лісових екосистем / Л. Д. Загвойська, О. Р. Пелюх // Вісник Львівського університету. Секція економіка. – 2015. – Вип. 52. – С. 46-52.
3. Simulator of forest biodynamics SIBYLA. [Electronic resource]. – Access: <http://etools.tuzvo.sk/sibyla/english/model.htm>.
4. *Zahvoyska L.* Approaches to evaluation of benefits from the conversion of even-aged secondary spruce stands in the Ukrainian Carpathians into mixed, uneven-aged woodlands / O. Pelyukh, L. Zahvoyska, L. Maksymiv, M. Nijnik, A. Nijnik // Proceedings of the IUFRO unit 4.05.00 International symposium. May 9-11, 2016. – Vienna, Austria. – P. 133-137.