

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**БАЛА**

**Олександр Петрович**

УДК 630\*5:582.632.2.001.18:167.7[477]

**СИСТЕМА МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ТА ПРОГНОЗУ РОСТУ  
ШТУЧНИХ МІШАНИХ ДУБОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЛІСОСТЕПУ  
УКРАЇНИ**

06.03.02 – лісовпорядкування та лісова таксація

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Київ – 2004

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному аграрному університеті Кабінету Міністрів України

**Науковий керівник -** доктор сільськогосподарських наук, професор  
*Лакида Петро Іванович,*  
Національний аграрний університет, завідувач кафедри  
лісового менеджменту

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, доцент  
*Юхновський Василь Юрійович,*  
Національний аграрний університет, директор ННІ лісового і  
садово-паркового господарства, завідувач кафедри лісової  
меліорації

кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
*Миклуш Степан Іванович,*  
Український державний лісотехнічний університет, доцент  
кафедри лісової таксації та лісовпорядкування

**Провідна установа -** Український ордена "Знак пошани" науково-дослідний  
інститут лісового господарства та агролісомеліорації  
ім. Г.М. Висоцького, лабораторія моніторингу і сертифікації  
лісів, Державний комітет лісового господарства України,  
м. Харків

Захист відбудеться "7" жовтня 2004 року о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої  
вченої ради Д 26.004.09 у Національному аграрному університеті за адресою: 03041,  
м. Київ-41, вул. Героїв оборони, 15, навчальний корпус 3, ауд. 65.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці НАУ за адресою: 03041, м. Київ, вул. Героїв оборони, 13, навчальний корпус 4, ауд. 41.

Автореферат розісланий “3” вересня 2004 року

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради

Кравець П.В.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Лісова галузь України зараз перебуває напередодні реформ і переходу до ведення господарства на засадах сталого управління лісами. Виконання цієї задачі потребує не лише застосування комплексу заходів з розширеного виробництва лісових ресурсів, а й вдосконалення їх обліку, оцінки, прогнозу для подальшого планування та управління лісовим господарством на основі впровадження галузевих систем управління.

Сучасне лісовпорядкування та лісова таксація потребують використання комп'ютерної техніки із застосуванням новітніх інформаційних технологій. Впровадження комп'ютеризації призвело до суттєвих змін в організаційній структурі, технології та методичних підходах з одержання й обробки лісотаксаційної інформації, що в свою чергу вимагає розробки нових підходів до аналізу останньої.

Створення електронної бази даних “Лісовий фонд України”, зокрема автоматизованої інформаційно-картографічної системи “Управління лісовими ресурсами” (УЛР), зумовило необхідність застосування методів обліку лісів, орієнтованих на особливості автоматизованої обробки даних.

Для безперервного (щорічного) лісовпорядкування, як одного із методів впорядкування лісового фонду країни, на відміну від базового, що застосовувався раніше, характерні переваги, які в першу чергу надають можливість одержати найбільш повну та достовірну інформацію про сучасний стан лісового фонду. Поглиблене вивчення закономірностей росту модальних лісостанів має особливе значення при проведенні безперервного лісовпорядкування, оскільки враховує не лише сучасний стан насаджень а й їх зміну в динаміці.

Одна з важливих складових оцінки існуючого стану насаджень – це створення нормативів продуктивності лісостанів, головними з яких є модальні таблиці ходу росту. Дані таблиці дають змогу відобразити особливості динаміки та процесів росту у характерних лісостанах, а також оцінити результати ведення господарства, аналізуючи їх стан. Система безперервного лісовпорядкування включає в себе підсистему актуалізації (оновлення) даних лісового фонду, яка потребує розробки нових нормативів для прогнозу росту насаджень.

Системний підхід до ефективного вирішення поставленої проблеми вимагає розробки об'єктивних методів та математичних моделей актуалізації основних таксаційних ознак лісостанів. Наукова обґрунтованість таких моделей значною мірою визначає точність прогностичних оцінок стану лісових насаджень, зміст та обсяги проектних господарських заходів, зокрема рубок пов'язаних з веденням лісового господарства та рубок головного користування.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** У процесі виконання дисертаційних досліджень була проведена робота в рамках держбюджетної теми кафедри лісового менеджменту Національного аграрного університету № 110/38-пр “Розробити наукові основи

еколого-економічної оцінки лісів та управління ними на засадах сталого розвитку” (№ державної реєстрації 0196U013080). Автором виконувалась частина роботи щодо вивчення лісостанів дуба звичайного за розділом “Розробити науково-методичне та інформаційне забезпечення оцінки та прогнозу динаміки основних компонентів біологічної продуктивності лісів України”.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційних досліджень є створення системи нормативно-довідкових даних призначених для таксації штучних мішаних модальних лісостанів дуба звичайного на території лісостепової зони України. До цих нормативів слід віднести розробку динамічної бонітетної шкали, яка б враховувала природні особливості росту за висотою вибраної деревної породи та модальних таблиць ходу росту, що характеризують стан найбільш поширених лісових насаджень дуба звичайного. Основна мета роботи – це створення системи моделювання прогнозу росту таксаційних показників деревостану для якісної актуалізації показників лісового фонду держави. Для досягнення поставленої мети було сформульовано такі задачі:

- створити динамічну бонітетну шкалу, яка б усувала можливість переходу насадження із одного класу бонітету в інший протягом періоду росту лісостану;
- розробити модальні таблиці ходу росту штучних мішаних лісостанів дуба звичайного для лісостепової зони України з використанням даних повидільної таксаційної характеристики лісів;
- на основі одержаних модальних таблиць ходу росту розробити математичні моделі прогнозу росту основних таксаційних показників дубових лісостанів.

*Об’єктом досліджень* є процеси росту в штучних мішаних модальних деревостанах Лісостепу України.

*Предметом досліджень* є закономірності зміни таксаційних показників з віком у модальних насадженнях дуба звичайного.

*Методи дослідження.* Теоретичні та методичні дослідження проводили із застосуванням системного підходу до моделювання ростових процесів лісостанів з використанням сучасної комп’ютерної техніки. Натурні дослідження проводили за типовими в лісовій таксації методиками. Розрахунки виконували на основі бази даних тимчасових пробних площ та бази даних “Повидільна таксаційна характеристика лісів” частини інформаційної системи “Управління лісовими ресурсами”. Для встановлення наявності та ступеня тісноти зв’язку між таксаційними показниками, моделювання зв’язків між ними, обчислення статистик рядів розподілу та біометричних показників застосовано методи біометрії та математичної статистики (кореляційний, регресійний та дисперсійний аналізи). Прийнятність та адекватність математичних моделей оцінювали за допомогою стандартних методів математичної статистики. Для порівняння одержаних результатів застосовували графічний та аналітичний способи.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Однією з особливостей цієї роботи є використання даних лісовпорядкування, які містять інформацію про кожний таксаційний виділ досліджуваного об'єкту, що збільшує точність та достовірність одержаних результатів. Новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- вперше на основі повидільної бази даних встановлена різниця між таксаційними показниками дубових деревостанів для ліво- та правобережної частини лісостепової зони України;
- вперше побудовано динамічну бонітетну шкалу для штучних мішаних модальних дубових лісостанів;
- розроблено математичні моделі динаміки основних таксаційних показників та побудовано модальні таблиці ходу росту для штучних мішаних насаджень дуба звичайного;
- розроблено алгоритм актуалізації та комплекс універсальних математичних моделей прогнозу росту основних таксаційних показників деревостану за регіонами Лісостепу та класами бонітету.

**Практичне значення одержаних результатів.** Для вирішення ряду виробничих та наукових задач для практичного використання можуть бути рекомендовані:

- динамічна бонітетна шкала для штучних модальних дубових лісостанів Лісостепу;
- модальні таблиці ходу росту штучних мішаних лісостанів дуба звичайного в розрізі регіонів та класів бонітету;
- алгоритм та комплекс математичних моделей прогнозу росту основних таксаційних показників для актуалізації бази даних “Лісовий фонд України”.

Модальні таблиці ходу росту дадуть можливість на практиці реально оцінити сучасний стан лісонасаджень та правильно прийняти рішення стосовно організації, планування та проведення господарських заходів. Комплекс математичних моделей прогнозу росту дубових лісостанів переданий ВО “Укрдержліспроект” для актуалізації таксаційних показників бази даних “Лісовий фонд України” про що є документальне підтвердження.

**Особистий внесок здобувача.** Основна частина сформульованих у дисертації наукових положень, висновків та пропозицій належать особисто автору і є його науковим доробком.

Дисертація є завершеною науковою працею, в якій розв’язано важливі завдання – опрацьована методологія та методика досліджень, зібрано та згруповано польовий експериментальний матеріал та виконана його камеральна обробка, розроблено математичні моделі динаміки таксаційних показників для модальних штучних мішаних деревостанів дуба звичайного, розроблено комплекс математичних моделей для прогнозу росту основних таксаційних показників штучних модальних дубових лісостанів лісостепової зони України.

**Апробація результатів дисертації.** Основні теоретичні положення дисертації та її результати були викладені та одержали позитивні відгуки на наукових конференціях:

1. Міжнародних:

- Международная научно-производственная конференция “Сбережение и улучшение лесов восточной Европы” (Беларусь, г. Гомель, октябрь 2001 г.);
- Міжнародна науково-практична конференція "Сертифікація лісів України в контексті розвитку сучасної лісової політики" (Україна, м. Київ, жовтень 2002 р.).

2. Внутрідержавних:

- “Лісівницькі дослідження в Україні” (м. Львів, травень 2002 р.);
- "Лісівницькі дослідження в Україні" (Дев'яти Погребняківські читання, м. Львів, вересень 2003 р.)

3. Загальнофакультетських (2002, 2003 рр.)

**Публікації.** Основні положення наукових досліджень за темою дисертаційної роботи опубліковані у п'яти статтях збірників наукових праць та в одній статті матеріалів міжнародної конференції.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел і додатків. Результати досліджень викладені на 183 сторінках комп'ютерного тексту, в тому числі основного тексту 121 сторінка. Цифровий матеріал систематизовано у 34 таблицях, графічні дані ілюстровано 38 рисунками. Список використаних джерел містить 167 найменування із них 12 іноземних. Додатки складаються з 18 таблиць, розміщених на 38 сторінках.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**Розділ 1. Методичні засади моделювання росту насаджень.** На даний час в Україні лісове господарство являє собою одну з провідних галузей народного господарства. Багатоцільове використання продукції лісу потребує безперервного відновлення та обліку лісових користостей, більше того, проведення прогнозу росту лісів з метою подальшого планування лісгосподарських заходів.

Поняття “система” та “системний підхід” є основними в науковій методології другої половини ХХ століття. Ліс – складна біоекологічна система і її вивчення досить нелегкий та трудомісткий процес. Тому для реалізації поставлених завдань доцільне застосування системного підходу до вивчення процесів, що відбуваються у лісових насадженнях.

У розділі наведено основні методичні та методологічні засади моделювання росту насаджень. Д.Манро (1973) виділяє три основні їх принципи.

Так, перший принцип полягає в тому, що основною одиницею моделювання є окреме дерево. Для розробки моделі росту насадження необхідні дані таксації частин деревного стовбура, вимірів крони, оцінки біологічної конкуренції деревостанів та їх просторового розміщення на площі.

Другий принцип – основною одиницею моделювання також буде окреме дерево, але змінними моделі будуть таксаційні ознаки дерев без врахування їх просторового розміщення та даних таксації частин деревного стовбура.

Третій принцип моделювання – основною одиницею моделювання є деревостан і моделі будуються для сукупності насаджень за їх середніми таксаційними показниками. Наші дослідження ґрунтуватимуться саме на останньому підході.

Моделі, які застосовують при цьому принципі моделювання широко використовуються в різних країнах у вигляді таблиць ходу росту (Антанайтіс В.В., 1977; Свалов М.М., 1978). Таблиці ходу росту та продуктивності деревостанів набули широкого застосування в країнах колишнього Радянського Союзу. У своїй роботі М.М.Свалов (1979) провів детальний огляд та аналіз методів складання таблиць ходу росту та продуктивності насаджень (описано 12 методів). Крім того, розробив новий метод складання цих таблиць, який включає випадковий відбір вихідних даних, класифікацію насаджень за верхньою висотою та віком деревостанів, моделювання рівнів повноти та продуктивності деревостанів. Професором М.В.Третьяковим (1927) була запропонована ідея виділення типів росту, яка знайшла підтримку і була розвинена у працях К.Є.Нікітіна (1966) та М.В.Давідова (1968, 1977).

Професор В.В.Загреєв (1978) розробив таблиці ходу росту для соснових насаджень, базуючись на вивченні загальних закономірностей та географічних особливостей росту насаджень, а також вивченні закономірностей та зв'язку окремих таксаційних показників між собою та умовами місцезростання. Дані цих загальних таблиць відображають типові лінії ходу росту насаджень за класами бонітету.

Радянські вчені-лісівники використовували біофізичний підхід до теорії росту лісу та математичні методи для оцінки біологічних закономірностей росту деревостанів. Моделюванням росту насаджень на ЕОМ займались К.Є.Нікітін (1966, 1972, 1973, 1978), А.З.Швиденко (1977, 1978, 1979, 1981, 1983), В.В.Антанайтіс (1969, 1976), М.М.Свалов (1978), В.В.Загреєв (1978), П.І.Лакида (1986), М.В.Давідов (1974, 1977) та багато інших вчених. Для дубових насаджень вперше таблиці ходу росту були складені професором Б.А.Шустовим (Анучин М.П., 1982).

Наведено аналіз літературних джерел, що стосується групування дослідного матеріалу. При використанні комбінованих методів складання таблиць продуктивності насаджень надають перевагу в основному бонітету, як класифікаційній основі. Це зокрема, А.М.Поляков (1959), В.В.Загреєв, М.М.Гусев, М.Я.Саліков тощо. Ф.П.Моїсеєнко (1965) групував матеріал як за бонітетами, так і за типами лісу, але в остаточному результаті перевагу надав саме класу бонітету. Такого ж самого

висновку дійшли І.М.Науменко (1927), А.Д.Дударєв (1960), В.І.Льовін (1962), М.В.Давідов (1968, 1987) та інші.

**Розділ 2. Характеристика регіону досліджень та дослідного матеріалу.** У розділі наведено інформацію про регіон досліджень з характеристикою фізико-географічних умов. Описано основні біологічні та лісівничі властивості досліджуваної деревної породи – дуба звичайного. Проведено аналіз основних таксаційних показників лісового фонду досліджуваного регіону, а також продуктивності модальних штучних насаджень дуба звичайного. Також наведено основні положення методики збору та обробки дослідного матеріалу та його характеристику.

Для лісів лісостепової зони не характерне суцільне поширення по всій території. Частіше лісові насадження представлені у вигляді масивів, що межують із степовими територіями регіону, які за площею переважають лісові (Генсірук С.А., 1995). Площі земель лісового фонду та загальний запас деревостанів станом на 1.01.1996 року наведено в табл. 1.

У сучасних умовах технологія ведення безперервної системи лісовпорядкування базується на повидільному банку даних “Лісовий фонд України”, який почали формувати у 1990 році. Складовою частиною цього банку є інформаційна база повидільної таксаційної характеристики земельних ділянок (виділів) лісового фонду (Швець М.І., 1997).

Для наших досліджень виробничим об’єднанням “Укрдержліспроєкт” надано частину повидільної бази даних насаджень станом на 1.01.1996 року обсягом 38515 виділів, де головною породою є дуб звичайний, створених штучним шляхом, для восьми областей лісостепової зони України: Вінницької, Київської, Тернопільської, Хмельницької, Полтавської, Сумської, Черкаської та Чернігівської.

Таблиця 1

Розподіл площ та запасів лісостепової зони за адміністративними областями

Адміністративна область	Площа земель лісового фонду, тис. га			Загальний запас, млн. м <sup>3</sup>
	загальна	вкрита лісовою рослинністю		
		разом	у т.ч. лісові культури	
Вінницька	362,6	340,2	136,9	58,16
Київська	746,0	572,3	222,9	116,55
Львівська	689,9	632,0	202,0	132,34
Полтавська	270,6	244,3	79,7	42,68

Сумська	444,9	415,5	161,1	89,64
Тернопільська	196,4	181,1	86,0	29,00
Харківська	419,4	381,5	135,4	68,30
Хмельницька	285,9	258,7	110,9	47,32
Черкаська	345,0	317,3	135,7	58,88
Чернігівська	713,4	648,6	215,5	133,52
<b>Разом</b>	<b>4474,1</b>	<b>3991,5</b>	<b>1486,1</b>	<b>776,39</b>

У базі даних містяться такі таксаційні характеристики: площа ділянки ( $S$ ), га; вік насадження ( $A$ ), років; середній діаметр ( $D$ ), см; середня висота ( $H$ ), м; повнота ( $P$ ), запас на 1 га ( $M_{1га}$ ), м<sup>3</sup>; загальний запас на виділі ( $M$ ), м<sup>3</sup>; бонітет ( $B$ ), тип умов місцезростання ( $TUM$ ) та склад насадження.

В табл. 2 наведено середні таксаційні показники повидільної бази даних за класами бонітету.

Таблиця 2

Середні таксаційні показники штучних дубових насаджень за класами бонітету (за результатами обробки бази даних)

Клас бонітету	Площа, га	Середні таксаційні показники				
		вік, років	діаметр, см	висота, м	повнота	запас на 1 га, м <sup>3</sup>
Г <sup>c</sup>	304,3	24	14,8	15,0	0,74	150
Г <sup>b</sup>	2219,4	29	15,2	15,3	0,73	146
Г <sup>a</sup>	20444,9	36	16,6	16,0	0,74	158
I	83310,9	41	16,4	15,3	0,73	149
II	42703,4	34	12,4	11,2	0,73	99
III	15669	24	7,4	6,4	0,72	47
IV	5454,6	11	2,1	2,2	0,71	14
V	717,4	12	1,1	1,5	0,70	13
<b>Разом</b>	<b>170823,9</b>	<b>36</b>	<b>14,0</b>	<b>13,1</b>	<b>0,73</b>	<b>123</b>

Порівнявши одержані результати з нормативами ходу росту оптимальних штучних дубових деревостанів України (критерій оптимальності – максимальна продуктивність) (Строчинський А.А., Швиденко А.З., Лакида П.І., 1992) з урахуванням середнього класу бонітету та типу умов місцезростання можна стверджувати про відповідність досліджуваної вибірки за діаметром та висотою параметрам оптимальних деревостанів, але за запасом їх значення дещо нижчі. Це пояснюється тим, що середня повнота за базою даних менша від повноти оптимального насадження, яка наближено становить 0,86. Таку тенденцію можна інтерпретувати значним зрідження з метою

зменшення кількості доглядів у насадженні при проведенні рубок, пов'язаних з веденням лісового господарства в молодняках.

У процесі досліджень, крім бази даних „Повидільна таксаційна характеристика лісів” використовували дослідні дані 103 тимчасових пробних площ (ТПП). Всі вони були підібрані та закладені згідно з лісівничими та таксаційними вимогами у переважаючих умовах місцезростання відповідно до ОСТу 56-69-83 “Площади пробные”. Віковий діапазон деревостанів, які підлягали вивченню, перебував у межах від 9 до 128 років. Розподіл кількості дослідного матеріалу за класами віку та класами бонітету наведено у табл. 3.

Як показали наведені табл. 3 дані, експериментальний матеріал рівномірно охоплює діапазон бонітетів від II до I<sup>a</sup>, що в цілому відповідає середнім показникам зростання штучних дубових насаджень на території Українського Лісостепу.

Вихідний польовий матеріал обробляли з використанням ПК за допомогою комп'ютерної програми ПЕРТА (Швиденко А.З., Юдицький Я.А., 1984).

Таблиця 3

Розподіл кількості пробних площ за віком та бонітетом, шт.

Клас віку	Клас бонітету					Сума
	I <sup>b</sup>	I <sup>a</sup>	I	II	III	
<b>I</b>				2		<b>2</b>
<b>II</b>		4	1	3	1	<b>9</b>
<b>III</b>	1	5	1	3	1	<b>11</b>
<b>IV</b>	1	8		2		<b>11</b>
<b>V</b>		5	9	2		<b>16</b>
<b>VI</b>		3	4	1		<b>8</b>
<b>VII</b>		1	2	2		<b>5</b>
<b>VIII</b>		1	6	5	3	<b>15</b>
<b>IX</b>		2	1	5	1	<b>9</b>
<b>X</b>			2	6	4	<b>12</b>
<b>XI</b>			1	1		<b>2</b>
<b>XII</b>				1		<b>1</b>
<b>XIII</b>			1		1	<b>2</b>
<b>Разом</b>	<b>2</b>	<b>29</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>11</b>	<b>103</b>

У цілому можна відмітити, що зібраний експериментальний матеріал за тимчасовими пробними площами достатньо репрезентативний і загалом описує саме той стан лісів, в якому зараз знаходяться штучні насадження дуба звичайного, а його кількість дозволяє на належному рівні розв'язати поставлені задачі досліджень.

**Розділ 3. Динаміка таксаційних показників модальних штучних мішаних насаджень дуба звичайного.** У розділі наведено методику та результати моделювання основних таксаційних показників штучних мішаних дубових лісостанів лісостепової зони України.

На території Лісостепу зростання дуба звичайного, переважно відбувається у супроводі другорядних порід. Причому спостерігається територіальне розмежування у тому, яка саме деревна порода супутня. Зокрема, за результатами аналізу бази даних „Повидільна таксаційна характеристика лісів” було визначено, що на території правобережного Лісостепу в якості супутньої породи в основному зростають ясен звичайний та граб звичайний, на які припадають 34,6% та 23,3% загальної площі лісів цього регіону. На лівому березі Дніпра дубові насадження супроводжують ясен звичайний, клен гостролистий та липа дрібнолиста, під якими знаходяться 18,7%, 18,0% та 23,7% за площею відповідно. Крім наведених деревних порід із дубом зростають береза, в'яз, сосна, ялина, акація та інші породи, але вони становлять незначну частку в загальному запасі лісостанів. Однак, це не є остаточною передумовою стверджувати, що на лівому та правому березі Дніпра у дубових насадженнях різна тенденція ходу росту за основними таксаційними показниками. Для детальнішої перевірки значущості різниці між ростом дуба в різних регіонах Лісостепу порівнювали середні значення таксаційних показників (в межах класів віку) в абсолютних ( $T$ ) та відносних ( $T/T_{100}$ ) величинах. Як показали результати аналізу за абсолютними величинами спостерігається різниця між таксаційними показниками, але за відносними показниками тенденція їх зміни в динаміці подібна. Однак була помічена суттєва відмінність у частці участі власне дуба звичайного у складі насадження для різних регіонів Лісостепу. Так, проаналізувавши базу даних „Повидільна таксаційна характеристика лісів” за належністю адміністративних областей до лівого або правого берегів Дніпра, розділивши таксаційні виділи за класами віку, було виявлено певну залежність у зміні участі дуба звичайного у загальному запасі деревостану. Графічне відображення динаміки зміни складу деревостану наведено на рис. 1.

Рис. 1. Динаміка зміни участі дуба звичайного у загальному складі деревостану у розрізі регіонів Лісостепу

За даними рис. 1 участь дуба звичайного у складі насадження відрізняється для різних регіонів лісостепової зони, а тому подальше моделювання таксаційних параметрів буде проводитися окремо для ліво- та правобережної частини Лісостепу.

Дослідження розпочато із побудови динамічної бонітетної шкали, яка враховуватиме біологічні особливості росту дуба звичайного. Для цього в результаті багатоваріантного пошуку регресійних моделей одержали кілька рівнянь. Проте вони показали майже ті ж самі значення, що й

існуючі моделі для оптимальних деревостанів (Строчинський А.А., Швиденко А.З., Лакида П.І., 1992). Зважаючи на те, що останні базувались на більш багатому експериментальному матеріалі у розрахунках використаємо формулу:

$$H = 1,115 \cdot [1 - \exp(-0,0213 \cdot A \cdot (1 - \exp(-0,325 \cdot A)))]^{1,349} \cdot H_{120}^{баз}, \quad (1)$$

де  $H$  – середня висота насадження, м;

$A$  – вік насадження, років;

$H_{120}^{баз}$  – середня висота насадження в базовому віці, м.

Для зв'язку одержаної динамічної бонітетної шкали із шкалою проф. М.М. Орлова, замість висоти у базовому віці підставляли значення середини класу бонітету цієї шкали у віці 120 років. Фрагмент динамічної бонітетної шкали наведено у табл. 4.

Таблиця 4

Фрагмент динамічної бонітетної шкали

Вік, років	Середня висота насаджень за класами бонітету, м			
	I	II	III	IV
5	1,3 – 1,2	1,1	1,0 – 0,9	0,8 – 0,7
10	3,8 – 3,4	3,3 – 3,0	2,9 – 2,5	2,4 – 2,0
15	6,3 – 5,7	5,6 – 4,9	4,8 – 4,1	4,0 – 3,4
20	8,8 – 7,8	7,7 – 6,8	6,7 – 5,7	5,6 – 4,6
25	11,2 – 9,9	9,8 – 8,6	8,5 – 7,2	7,1 – 5,8
30	13,4 – 11,9	11,8 – 10,2	10,1 – 8,6	8,5 – 7,0
35	15,4 – 13,7	13,6 – 11,8	11,7 – 9,9	9,8 – 8,1
40	17,4 – 15,4	15,3 – 13,3	13,2 – 11,2	11,1 – 9,1
...	...	...	...	...
100	31,0 – 27,4	27,3 – 23,6	23,5 – 19,8	19,7 – 16,1
110	32,1 – 28,3	28,2 – 24,4	24,3 – 20,5	20,4 – 16,6
120	33,0 – 29,1	29,0 – 25,1	25,0 – 21,1	21,0 – 17,1

Така ж сама модель (1) буде використана для моделювання динаміки середньої висоти при складанні таблиць ходу росту. Наступним таксаційним показником, що підлягав моделюванню, був середній діаметр деревостану. Цей показник перебуває у тісній залежності з віком та висотою насаджень, але суттєво на його динаміку впливає також відносна повнота, що особливо актуально для модальних таблиць ходу росту. Отже, моделювання середнього діаметра ( $D$ ) проходило як функція від ( $A$ ), середньої висоти ( $H$ ) та повноти ( $P$ ). У результаті багатоваріантного пошуку адекватних

моделей для апроксимації цієї залежності було відібрано аллометричну функцію. Оскільки як фактори використовували вік та середню висоту, то ця модель може бути придатна для будь-якого класу бонітету

$$D = a_0 \cdot A^{a_1} \cdot H^{a_2} \cdot P^{a_3} . \quad (2)$$

Як показав аналіз динаміки відносної повноти, вона знаходиться у певній залежності від віку та класу бонітету насадження і може бути описана з допомогою наступних рівнянь (відповідно для лівого ( $P_L$ ) та правого ( $P_R$ ) берегів Дніпра)

$$P_L = 0,716 - 1,01 \cdot 10^{-3} \cdot A + 1,34 \cdot 10^{-3} \cdot H_{100} , \quad (3)$$

$$P_R = 0,670 - 0,707 \cdot 10^{-3} \cdot A + 2,58 \cdot 10^{-3} \cdot H_{100} , \quad (4)$$

де  $P$  – відносна повнота насадження;

$H_{100}$  – індекс класу бонітету (висота насадження у віці 100 років).

Для математичної апроксимації динаміки суми площ поперечних перерізів було перевірено багато ростових функцій серед яких функція Мітчерліха, Річардса, Бакмана, Шимека та інші (Кивисте А.К., 1988). Однак найбільш прийнятні результати одержано за функцією Томазіуса, де як залежну змінну використовували середню висоту насадження

$$G = a_1 \cdot (1 - \exp(-a_0 \cdot H \cdot (1 - \exp(-a_3 \cdot H))))^{a_2} . \quad (5)$$

Одним із основних таксаційних показників, що характеризує продуктивність насаджень, є його запас. Як відомо, запас являє собою функцію суми площ поперечних перерізів ( $G$ ), середньої висоти ( $H$ ) та середнього видового числа ( $F$ ) (Анучин М.П., 1982). Для моделювання запасу, після перевірки низки ростових функцій, було вирішено використати функцію Мітчерліха. Враховуючи, що запас деревостану існує від самого початку росту, суму площ поперечних перерізів можна визначити лише після досягнення деревами висоти 1,3 м. Для того, щоб внести поправку у функцію Мітчерліха при моделюванні, додамо вільний коефіцієнт, величина якого визначає, який об'єм матиме насадження досягнувши висоти 1,3 м. Для визначення запасу модель набуде такого вигляду

$$M = a_0 + a_1 \cdot (1 - \exp(-a_2 \cdot H))^{a_3} . \quad (6)$$

Користуючись „класичною формулою” таксації просто визначити видове число  $F=M/(G \cdot H)$ , а маючи обраховані суму площ поперечних перерізів на 1 га та середній діаметр насаджень, обчислюємо кількість дерев на 1 га:  $N=(40000 \cdot G)/(p \cdot D^2)$ . Використавши стандартні формули, прийняті в лісовій таксації, знаходимо середню та поточну зміни запасу.

Для частини деревостану, що вибирається в процесі проведення рубок догляду, моделювались редуційні числа для середньої висоти ( $R_H$ ) та середнього діаметра ( $R_D$ ) деревостанів дуба:

$$R_H = -1,776 + 2,485 \cdot A^{0,0156} , \quad (7)$$

$$R_D = 0,678 + 2,78 \cdot 10^{-3} \cdot A^{0,856} . \quad (8)$$

Кількість дерев на 1 га частини, що вибирається, визначається як різниця між кількістю стовбурів деревостану  $n$  років тому та тією кількістю, що зростає зараз.

Останній таксаційний показник, який підлягав моделюванню для частини, що вибирається, було видове число. Для цього використали дані обробки 34 ТПП, де окремо виділялася частина насадження, що вибирається. У результаті отримали таку модель

$$F^B = 0,464 + \frac{0,515}{H^B} + \frac{2,213}{H^B \cdot D^B}. \quad (9)$$

Усі інші таксаційні показники частини, що вибирається, обчислювались за загальноприйнятими у лісовій таксації формулами.

Вищенаведені таксаційні показники рахували для всього деревостану загалом, однак власні дослідження ми проводили не для чистих дубових насаджень, а для мішаних. Тому використовуючи дані рис. 1 одержали математичні моделі для розрахунку частки дуба звичайного у загальному запасі деревостану (відповідно для регіонів лісостепової зони)

$$S_L = 3,7506 + 4,07 \cdot 10^{-2} \cdot A, \quad (10)$$

$$S_R = 3,532 + 2,45 \cdot 10^{-2} \cdot A. \quad (11)$$

Фрагмент одержаних модальних таблиць ходу росту для I класу бонітету правобережної частини лісостепової зони наведено у табл. 5.

Порівняння таксаційних характеристик у віці стиглості для основних класів бонітету модальних ТХР з показниками ТХР оптимальних насаджень (для головної породи) показали, що:

- для лівобережної частини лісостепової зони: середній діаметр модальних ТХР нижче за оптимальні на 11,8% – 16,2%; кількість дерев на 1 га більша на 3,2% – 7,4%; сума площ поперечних перерізів нижча на 17,0% – 27,0%; запас на 1 га нижчий на 25,9% – 36,6%; поточний приріст за запасом нижчий на 22,4% – 33,8%.
- для правобережної частини лісостепової зони: середній діаметр модальних ТХР нижче за оптимальні на 12,8% – 16,0%; кількість дерев на 1 га менша на 14,8% – 20,4%; сума площ поперечних перерізів нижча на 35,5% – 43,2%; запас на 1 га нижчий на 39,6% – 46,8%; поточний приріст за запасом нижчий на 34,7% – 44,1%.

Отже, як показали наведені дані показники модальних насаджень значно нижчі за оптимальні, що свідчить про нераціональне ведення господарства в лісах.

**Розділ 4. Моделювання прогнозу росту мішаних модальних дубових насаджень.** Розділ містить у собі інформацію про методичний підхід та результати проведення моделювання прогнозу росту основних таксаційних показників деревостану для актуалізації бази даних „Лісовий фонд України”.

Актуалізація таксаційних параметрів проводиться у насадженнях де не відбулося ніяких змін, крім природних процесів росту. Для цього використовуються розроблені математичних моделей

прогнозу росту (Швець М.І., 1997). На даний час існують нормативи для актуалізації таксаційних показників (Строчинський А.А., 1992), однак вони не повністю задовольняють поставлені до них вимоги.

За основу моделювання прогнозу росту за всіма таксаційними показниками було вирішено використати співвідношення значення таксаційного показника рік вперед до того ж показника зараз  $\frac{T_{A+1}}{T_A}$  та визначати його як функцію від віку деревостану, оскільки для штучних насаджень він може бути визначений із точністю до одного року.

Таблиця 5

Фрагмент таблиць ходу росту штучних модальних лісостанів дуба звичайного правобережної частини лісостепової зони

Бонітет I

H<sub>100</sub> = 29,2 м

Вік, років	Деревостан									Частина, що вирубується				Загальна продуктивність, м <sup>3</sup>	Загальний приріст, м <sup>3</sup>	
	співвідношення порід у запасі, %	середня висота, м	середній діаметр, см	кількість дерев, шт.	поперечних пенерізів, м <sup>2</sup>	видове число	запас, м <sup>3</sup>	зміна запасу, м <sup>3</sup>		середня висота, м	середній діаметр, см	Кількість дерев, шт.	запас, м <sup>3</sup>		середній	поточний
								середня	поточна							
10	100 Разом			4668	3,9		18	1,8	-			-		18	1,8	
	38 Дуб	3,6	3,3	1763	1,5	1,302	7	0,7	-	2,8	2,3			7	0,7	
20	100 Разом			2405	12,1		57	2,8	4,5			920	10	72	3,6	6,4
	40 Дуб	8,3	8,0	967	4,9	0,567	23	1,1	1,9	6,9	5,7	329	3	28	1,4	2,6
30	100 Разом			1412	17,8		110	3,7	5,5			397	15	154	5,1	8,5
	43 Дуб	12,6	12,7	602	7,6	0,492	47	1,6	2,6	10,6	9,2	147	6	63	2,1	3,7
40	100 Разом			940	21,6		165	4,1	5,4			197	18	243	6,1	9,0
	45 Дуб	16,4	17,1	424	9,7	0,469	75	1,9	2,8	14,0	12,7	75	7	103	2,6	4,2
...																
80	100 Разом			361	27,5		323	4,0	2,8			31	17	549	6,9	6,2
	55 Дуб	26,4	31,2	198	15,1	0,445	178	2,2	2,3	23,4	24,8	12	7	264	3,3	3,6
90	100 Разом			312	28,0		347	3,9	2,2			23	16	605	6,7	5,4

	57 Дуб	27,9	33,8	179	16,1	0,443	199	2,2	2,1	24,9	27,4	9	6	299	3,3	3,4
100	100 Разом			275	28,4		366	3,7	1,8			17	15	655	6,5	4,8
	60 Дуб	29,2	36,2	165	17,0	0,441	219	2,2	2,0	26,1	29,8	7	6	330	3,3	3,1
120	100 Разом			226	28,9		393	3,3	1,2			10	13	736	6,1	3,7
	65 Дуб	31,0	40,4	146	18,7	0,438	255	2,1	1,7	28,0	34,1	4	5	386	3,2	2,6

Тобто:

$$\frac{T_{A+1}}{T_A} = f(A), \quad (12)$$

де  $T_{A+1}$  – значення таксаційного показника рік вперед;

$T_A$  – значення таксаційного показника зараз;

$A$  – вік насадження, років.

Значення таксаційних показників визначалися за розробленими модальними таблицями ходу росту відповідно для регіонів Лісостепу та за класами бонітету. Одержані співвідношення для середньої висоти, середнього діаметра та суми площ поперечних перерізів мають подібний характер зміни з віком. Для моделювання досліджуваного співвідношення була використана формула наступного виду

$$\frac{T_{A+1}}{T_A} = \frac{1}{c_0 + \frac{c_1}{(A+1)} + \frac{c_2}{(A+1)^2} + \frac{c_3}{(A+1)^3}}. \quad (13)$$

Таке рівняння дає нам можливість розрахувати значення показника лише на один рік, проте періоди актуалізації можуть досягати 20 років. Тому провівши нескладні математичні перетворення, одержимо модель яка дасть можливість прогнозувати значення таксаційного показника на значно триваліший період. Крім того, за результатами перевірки дана модель виконує одну з головних особливостей моделей актуалізації – інваріантності з віком

$$T_{A+n} = T_A \cdot \prod_{i=1}^n \left( \frac{1}{c_0 + \frac{c_1}{(A+i)} + \frac{c_2}{(A+i)^2} + \frac{c_3}{(A+i)^3}} \right), \quad (14)$$

де  $n$  – період актуалізації.

Більш складнішим виявилось знаходження залежності досліджуваного співвідношення для запасу деревостану. На рис. 2 зображено його динаміку для різних класів бонітету.

Рис 2. Динаміка відношення запасу на 1 га один рік вперед до запасу на теперішній час за класами бонітету

На відміну від попередніх випадків крива має різку точку перегину у певному віці. Причому чим нижче клас бонітету, тим більший цей вік. Підібрати модель, яка б точно пройшла по всіх точках кривої, досить складно. Тому було вирішено розділити її на дві простіші. Точка поділу припадає на вік, трохи старший ніж максимальне значення (вік екстремуму). Провівши пошук математичних моделей, одержали таку систему рівнянь

$$M_{A+n} = \begin{cases} M_A \cdot \prod_{i=1}^n \left( a_0 + a_1(A+i) + a_2(A+i)^2 + a_3(A+i)^3 \right) & A \leq k \\ M_A \cdot \prod_{i=1}^n \left( a_0 + a_1/(A+i) + a_2/(A+i)^2 + a_3/(A+i)^3 \right) & A > k \end{cases}$$

де  $k$  – точка (вік) поділу кривої, років.

За даними рис. 2 коефіцієнт  $k$  безпосередньо залежить від класу бонітету та дорівнює:  $\Gamma^b$  – 12,  $\Gamma^a$  – 13,  $\Gamma$  – 14,  $\Pi$  – 15,  $\text{III}$  – 17,  $\text{IV}$  – 20,  $\text{V}$  – 25,  $\text{V}^a$  – 30. Для універсалізації одержаних математичних моделей їхні коефіцієнти додатково вирівнювали з допомогою поліномів або парабол різного порядку де аргументом виступав клас бонітету ( $H_{100}$ ). Актуалізацію відносної повноти здійснювали за класичним у лісовій таксації методом через актуалізовану суму площ поперечних перерізів на 1га. Після актуалізації відносної повноти виникає потреба у внесенні поправки ( $K$ ), яка враховує вплив цього показника на запас насадження. Для його дослідження була використана база даних “Повидільна таксаційна характеристика лісів”. Попередньо її розділили за відсною повнотою від 0,5 до 0,9. Інші повноти становлять дуже малу частку серед штучних дубових насаджень. Після поділу бази даних, використавши ту ж модель (6), яку застосовували для моделювання запасу для модальних ТХР, одержали математичні моделі, що характеризували залежність середнього запасу від віку лісостанів за відносними повнотами. Запас, порахований для повноти 0,7, є базовим і при ній не треба вносити поправки. Для її знаходження використаємо співвідношення

$$K = \frac{M_{\text{факт}}}{M_{\text{Баз}}}, \quad (16)$$

де  $M_{\text{факт}}$  – запас насадження при фактичній повноті,  $\text{м}^3$ ;

$M_{\text{Баз}}$  – запас насадження при повноті 0,7,  $\text{м}^3$ .

Модель для розрахунку співвідношення (16) має такий вигляд

$$\frac{M_{\text{факт}}}{M_{\text{Баз}}} = a_0 + \frac{a_1}{A} + \frac{a_2}{A^2} + \frac{a_3}{A^3}. \quad (17)$$

Всі одержані коефіцієнти рівняння вирівнювали за допомогою поліному третього степеня з використанням як аргумент відносної повноти.

Порівняння одержаних нормативів актуалізації таксаційних параметрів із вже існуючими даними (Строчинський А.А., 1992, 1999) показало, що за середньою висотою розбіжностей у прогнозі росту майже немає, за діаметром – суттєва розбіжність спостерігається лише у стиглому віці (до 3 см). Найбільше відхилення існуючих нормативів від модальних у всіх вікових періодах було за запасом від 10 до 45  $\text{м}^3$  у різні вікові періоди. Отримані ж нами дані відрізняються від модальних на 2 – 3  $\text{м}^3$ .

## ВИСНОВКИ

У сучасних умовах комп'ютеризації та автоматизації всіх галузей народного господарства достовірна інформація є найціннішим продуктом виробництва, який в свою чергу є товаром на ринку готової продукції. Нині, коли лісове господарство переходить на методи управління лісами на засадах сталого розвитку, розробка нових нормативів для оцінки стану лісів та прогнозу їх росту є одним із важливих питань. Особливу увагу необхідно приділити науковому обґрунтуванню розробки нормативів для оцінки та прогнозу росту лісостанів, що значною мірою визначають точність оцінки стану лісових насаджень, на основі яких розраховуються обсяги проектних господарських заходів.

За результатами дисертаційних досліджень можна зробити такі висновки:

1. Проведені дослідження базувались на використанні банку даних “Повидільна таксаційна характеристика лісів”, надану ВО “Укрдержліспроєкт”, що складається з 38515 виділів створених штучним шляхом, де головною породою є дуб звичайний, на який припадає близько 50% від лісів лісостепової зони України, із яких понад 55% насаджень, що були створені штучним шляхом.
2. Між дубовими насадженнями ліво- та правобережної частини лісостепової зони спостерігається суттєва різниця у частці участі головної породи у складі насаджень.
3. Для групування експериментального матеріалу а також для подальшого використання при розрахунку прогнозу росту таксаційних параметрів була побудована динамічна бонітетна шкала, яка враховує особливості росту дуба звичайного.
4. Розроблені моделі динаміки таксаційних показників для модальних лісостанів дуба звичайного лісостепової зони України, які проявили достатньо високі статистичні характеристики адекватності та точності.
5. На основі одержаних математичних моделей були побудовані модальні таблиці ходу росту. Порівняння отриманих таблиць ходу росту з оптимальними показало, що майже за всіма таксаційними показниками вони значно менші за оптимальні.
6. Загальна продуктивність лісостанів, на правобережній частині лісостепової зони України вища, ніж на лівобережній. Однак цей показник досягається за рахунок супутніх порід, оскільки загальна продуктивність головної породи має обернену залежність.
7. Базуючись на побудованих модальних таблицях ходу росту, було розроблено комплекс універсальних математичних моделей для прогнозу росту модальних лісостанів за середньою висотою, середнім діаметром, сумою площ поперечних перерізів на 1 га та запасом.
8. Порівняння одержаних нормативів актуалізації основних таксаційних показників із вже існуючими даними показало, що за середньою висотою та середнім діаметром різниці майже не спостерігається або вона перебуває у межах точності вимірювання. За запасом відзначено суттєве відхилення існуючих нормативів від показників модальних насаджень, особливо у

молодому віці. У середньовікових та стиглих лісостанах різниця становить майже 10% від загального запасу. При цьому найточніші результати прогнозу росту модальних деревостанів досягаються, якщо період актуалізації таксаційних показників не перевищує 10 років.

Для практичного використання пропонуються:

1. Динамічна бонітетна шкала для модальних штучних мішаних лісостанів дуба звичайного лісостепової зони України.
2. Модальні таблиці ходу росту для штучних мішаних лісостанів дуба звичайного за різними регіонами лісостепової зони України.
3. Алгоритм та нормативи для актуалізації бази даних “Лісовий фонд України” у вигляді комплексу математичних моделей для прогнозу росту основних таксаційних показників лісостану.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ**

Основні наукові і прикладні результати дисертаційної роботи найбільш повно відображені в наступних наукових працях:

1. *Бала О.П.* Продуктивність модальних штучних насаджень дуба звичайного в Україні // *Наук. вісн. НАУ: Зб. наук. праць.* – К.: НАУ, 2002. – №50. – С. 243–247.
2. *Бала О.П.* Моделювання динаміки середньої висоти в модальних штучних дубових деревостанах України // *Наук. вісн. УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць.* – Львів: УкрДЛТУ, 2002. – Вип. 12.4. – С. 136–139.
3. *Бала О.П.* Моделювання прогнозу росту за середньою висотою в штучних дубових насадженнях України // *Наук. вісн. НАУ: Зб. наук. праць.* – К.: НАУ, 2002. – № 54. – С. 219–224.
4. *Бала О.П.* Аналіз відносної повноти модальних штучних насаджень дуба звичайного у лісостеповій зоні України // *Наук. вісн. УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць.* – Львів: УкрДЛТУ, 2003. – Вип. 13.3. – С. 321–325.
5. *Бала О.П., Лакида П.І.* Моделювання динаміки таксаційних показників штучних модальних дубових деревостанів Лісостепу України // *Наук. вісн. НАУ: Зб. наук. праць.* – К.: НАУ, 2004. – № 71. – С. 155–62. (Розроблено математичні моделі динаміки таксаційних показників. Особистий внесок – 90 %).
6. *Лакида П.І., Бала А.П., Володимиренко В.Н.* Некоторые аспекты моделирования прогноза роста древостоев в Украине // *Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. Ин-та леса НАН Беларуси.* – Гомель: ИММСНАНБ, 2001. – Вып. 53. – С. 444–446. (Проведено аналіз існуючого досліджено матеріалу для моделювання прогнозу росту насаджень. Особистий внесок – 50 %).

**Бала О.П. Система моделювання оцінки та прогнозу росту штучних мішаних дубових деревостанів Лісостепу України.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.03.02 – *лісовпорядкування та лісова таксація*. – Національний аграрний університет Кабінету Міністрів України, Київ, 2004.

У дисертаційній роботі розглядаються питання, спрямовані на вивчення та систематизацію знань у галузі дослідження нормативно-довідкового забезпечення системи актуалізації таксаційних показників бази даних „Лісовий фонд України” на прикладі штучних мішаних дубових деревостанів Лісостепу України. Метою роботи є створення комплексу математичних моделей для прогнозування росту деревостану за основними таксаційними ознаками для якісної актуалізації показників лісового фонду держави.

Для досягнення поставленої проблеми було використано інформацію двох джерел: частину бази даних „Повидільна таксаційна характеристика лісів”, що входить до банку даних „Лісовий фонд України” (надану Українським державним проектним лісовпорядним виробничим об’єднанням „Укрдержліспроєкт”), та результати таксації тимчасових пробних площ. На основі дослідного матеріалу були побудовані таблиці ходу росту модальних штучних мішаних дубових лісостанів для ліво- та правобережної частин лісостепової зони України.

Наявність одержаних даних та достатня кількість дослідного матеріалу забезпечили умови для створення комплексу універсальних математичних моделей для прогнозу росту таксаційних показників при актуалізації бази даних „Лісовий фонд України”.

**Ключові слова:** системний підхід, математичне моделювання, модальний лісостан, динамічна бонітетна шкала, таблиці ходу росту, актуалізація таксаційних показників.

**Бала А.П. Система моделирования оценки и прогноза роста искусственных смешанных дубовых древостоев Лесостепи Украины.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.03.02 – *лесоустройство и лесная таксация*. – Национальный аграрный университет Кабинета Министров Украины, Киев, 2004.

В диссертационной работе рассматриваются вопросы направленные на изучение и систематизацию знаний в области исследования нормативно-справочного обеспечения системы актуализации таксационных показателей базы данных “Лесной фонд Украины” на примере искусственных смешанных древостоев Лесостепи Украины.

Целью исследований является создание комплекса математических моделей для прогнозирования роста древостоев по основным таксационным признакам для качественной актуализации показателей лесного фонда страны.

Объектом исследований есть процессы роста искусственных смешанных модальных древостоев Украины. Предметом исследований служат закономерности изменения таксационных показателей с возрастом в модальных насаждениях дуба обыкновенного.

Теоретические и методические исследования проводились с использованием системного подхода к моделированию ростовых процессов древостоев с использованием современной компьютерной техники. Для установления наличия и степени тесноты связи между таксационными показателями, моделирования связей между ними, вычисления статистик рядов распределения и биометрических показателей использовались методы математической статистики.

Для достижения поставленной цели было использовано информацию двух источников: части базы данных “Повыдельная таксационная характеристика лесов” (предоставленная Украинским государственным проектным лесоустроительным производственным объединением “Укрдэрглиспроэкт”) и базы данных временных пробных площадей, собранных в разные годы кафедрами лесного менеджмента и лесной таксации и лесоустройства Национального аграрного университета.

В результате проведенных исследований были получены следующие результаты:

- впервые на основе повыдельной базы данных была установлена разница между таксационными показателями дубовых древостоев для лево- и правобережной части лесостепной зоны Украины;
- впервые построено динамическую бонитетную шкалу для искусственных смешанных модальных дубовых древостоев лесостепной зоны Украины;
- разработано математические модели динамики основных таксационных показателей и построено модальные таблицы хода роста для искусственных смешанных насаждений дуба обыкновенного;
- разработано комплекс универсальных математических моделей прогноза роста основных таксационных показателей древостоев по регионам Лесостепи и классам бонитета.

Полученные нормативы в виде модальных таблиц хода роста дадут возможность на практике реально оценить современное состояние лесных насаждений и правильно организовать, спланировать и провести хозяйственные мероприятия в лесу.

Комплекс математических моделей прогноза роста основных таксационных показателей дубовых древостоев может быть использован лесоустроительными организациями для актуализации банков данных во время проведения непрерывного лесоустройства.

**Ключевые слова:** системный подход, математическое моделирование, модальное насаждение, динамическая бонитетная шкала, таблицы хода роста, актуализация таксационных показателей.

**O. Bala. The system of modeling of growth estimation and prognosis for artificial mixed Oak stands in Ukrainian Foreststep.** – Dissertation is the manuscript.

Dissertation of competition for scientific degree of the candidate of agricultural science on specialty 06.03.02 – *forest management and forest mensuration*. – National Agricultural University, Kyiv, 2004.

The dissertation is dealing to issues of studying, systematization of knowledge and research in the field of system standards for actualization of forest inventory data in databank “Forest fund of Ukraine” on the example of artificial mixed Oak stands in Ukrainian Foreststep.

The aim is creating of mathematical models system for growth prognosis of forest inventory characteristics to update inventory information about Ukrainians forest fund.

Investigation object is processes of growth of artificial mixed modal forest stands in Ukraine. Investigation subject is regularities of biometrics characteristics changes in time for modal Oak stands.

To reach the brought up issues an information from two sources was used: part of database “Stratum inventory characteristics of forest” that includes in databank “Forest fund of Ukraine” (granted by Ukrainian State Project Forest Inventory Union “Ukrderzhlisproekt”) and data from forest temporal sample plots.

The results of research as mathematical models complex for growth prognosis of main inventory characteristics in Oak stands may be used by forest inventory organizations to update databanks under uninterrupted forest management.

**Key words:** system approach, mathematical modeling, modal stand, dynamic site table, yield table, actualization of forest inventory data.