

ясена звичайного в насадженнях за участю ясена звичайного в умовах Західного Поділля України і їх потрібно враховувати під час ведення господарської діяльності в лісах досліджуваного регіону.

Висновки

1. Масове всихання ясеневих насаджень є наслідком дії комплексу несприятливих чинників, тому стверджувати про першопричини цього процесу можна тільки охопивши весь спектр можливих збудників патології.
2. Збудник туберкульозу найчастіше уражує порослеві ясеневі насадження різних вікових груп.
3. Основною та найбільш шкодочинною компонентою патогенної мікрофлори ясена звичайного в умовах Західного Поділля є збудник туберкульозу ясена – фітопатогенна бактерія *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* – яка уражає як вегетативні, так і генеративні органи дерева.
4. Особливості патогенезу туберкульозу ясена звичайного у поєднанні з симптоматикою захворювання дають змогу виділити три характерні типи ураження – суцільне, локальне та поодинокі.

Література

1. Гойчук А.Ф. Патологія ясена звичайного в насадженнях Західного Поділля / А.Ф. Гойчук, І.М. Кульбанська // Лісове і садово-паркове господарство : електронний науковий журн. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://nbuv.gov.ua/j-pdf/licgoc_2013_3_3.pdf
2. Гордиенко М.И. Лесоводческие свойства древесных растений / Н.И. Гордиенко, Н.М. Гордиенко. – М. : ООО "Вестъ", 2005. – 817 с.
3. Бельтюкова К.И. Методы исследования возбудителей бактериальных болезней растений / К.И. Бельтюкова, М.С. Матышевская, М.Д. Куликовская, С.С. Сидоренко. – К. : Изд-во "Наука думка", 1968. – 316 с.
4. Гойчук А.Ф. Патологія дібров : монографія / А.Ф. Гойчук, М.І. Гордієнко, Н.М. Гордієнко та ін. / за ред. М.І. Гордієнка. – Вид. 2-ге, [перероб. та доп.]. – К. : Вид-во "Либідь", 2004. – 470 с.
5. Шемякин И.Я. Бактериальный рак ясеня обыкновенного / И.Я. Шемякин // Научные труды Воронежского лесохозяйственного ин-та : сб. науч. тр. – Воронеж : Изд-во "Гослестехиздат", 1948. – С. 112-114.
6. Черпаков В.В. Бактериальные болезни лесных пород в патологии леса / В.В. Черпаков // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии : сб. науч. тр. – СПб. : Изд-во СПб. ГЛТУ. – 2012. – Вып. 200. – С. 292-303.
7. Davydenko K. Fungi in foliage and shoots of *Fraxinus excelsior* in eastern Ukraine: a first report on *Hymenoscyphus pseudoalbidus* / K. Davydenko, R. Vasaitis, J. Stenlid, A. Menkis // For. Path. – 2013. – Vol. 43. – Pp. 462-467.
8. Hibben, C.R. Nematode transmission of the ash strain of tobaccoring-spot virus / C.R. Hibben and J.T. Walker // Plant Dis. Pis. Repr. – 1971. – Vol. 55. – Pp. 475-478.
9. Kowalski T. Chalara fraxinea causes dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Europe report / T. Kowalski at Agricultural University, Poland, and O. Holdenrieder at Institute of Integrative Biology, Switzerland. For. Pathol, 2009. – Vol. 39. – Pp. 1-7.
10. Thomsen I.M. Fungal disease is the cause of ash dieback / I.M. Thomsen, J.P. Skovsgaard, P. Barklund, R. Vasaitis // Skoven. – 2007. – Vol. 39. – Pp. 234-236.

Кульбанская И.Н. Эколого-лесоводственные факторы и их влияние на распространение туберкулеза ясеня обыкновенного в Западном Подолье Украины

Приведены результаты лесопатологических обследований и фитопатологических исследований насаждений с участием ясеня обыкновенного в свежих дубравах Западного Подолья Украины. Показано, что наиболее распространенным и вредоносным заболеванием этого древесного растения является туберкулез. Возбудитель болезни – фитопатогенная бактерия *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Smith 1908) Young et. al.

1978) – поражает как вегетативные, так и генеративные органы ясеня обыкновенного. Установлено, что у деревьев с признаками поражения, нарушаются физиолого-биохимические процессы, в частности, ухудшаются фотосинтезирующие и транспирационные свойства, в результате чего они становятся "инкубаторами" для других инфекционных и неинфекционных болезней. Акцентировано внимание, что распространенность и вредоносность болезни в определенной степени коррелируют с рядом лесоводственно-экологических факторов и в первую очередь – с происхождением насаждений, их составом, возрастом и т.д.

Ключевые слова: туберкулез ясеня, патогенная микрофлора, вредоносная энтомофауна, семенные древостои, порослевые древостои, патогенез, распространенность болезни.

Kulbanska I.N. Ecological and Silvicultural Factors and their Impact on the Spread of Tuberculosis of *Fraxinus excelsior* L. of Podillya, the Western Ukraine

The results of forest pathology and phytopathological studies and surveys of plantations involving of *Fraxinus excelsior* L. in fresh oakery of Podolya, the Western Ukraine, are presented. It is shown that the most common and harmful disease of woody plants are tuberculosis. The disease, caused by pathogenic bacterium *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Smith 1908) Young et. al. 1978), affects both vegetative and generative organs of *Fraxinus excelsior* L. Trees with signs of damage, broken physiological and biochemical processes, including deteriorating transpiration and photosynthetic properties, become "incubators" for other infectious and non-infectious diseases. The attention is paid to the prevalence and harmfulness of the disease to some extent correlated with a number of forestry and environmental factors in the first place – the origin plantations, their composition, age, etc.

Keywords: tuberculosis of *Fraxinus excelsior* L., pathogenic microflora, harmful entomofaunas, seed stands, coppice stands, pathogenesis, disease prevalence, fresh oakery.

УДК 630*12:379.8:582.3191

Доц. І.П. Лакида, канд. с.-г. наук –
НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНЮВАННЯ БІОПРОДУКТИВНОСТІ РЕКРЕАЦІЙНО-ОЗДОРОВЧИХ ЛІСІВ НА ПРИКЛАДІ ШТУЧНИХ СОСНЯКІВ МІСЬКИХ ЛІСІВ КИЄВА

На основі здійсненого оцінювання біопродуктивності штучних соснових деревостанів міських лісів Києва за компонентами фітомаси, проведено зіставлення та аналіз роботи локальної та регіональної систем моделей біопродуктивності, широко задіяваних у вітчизняних і міжнародних наукових дослідженнях. Визначено ймовірні причини виявлених відмінностей: використані для моделювання вихідні дані, географічні фактори та застосоване математичне забезпечення. Сформульовано пропозиції щодо удосконалення локальної системи моделей задля кращого врахування динаміки компонент фітомаси рекреаційно-оздоровчих лісів.

Ключові слова: біопродуктивність лісів, міські ліси Києва, штучні соснові деревостани, система моделей біопродуктивності.

Вступ. В умовах переходу лісової галузі України на засади сталого розвитку особливій ваги набуває дослідження і пізнання комплексу екологічних, економічних і соціальних особливостей лісів. Міські ліси – це ліси, що розташовані на землях міських поселень, призначені для відпочинку населення, здійснення культурно-оздоровчих та спортивних заходів, а також для збереження сприятливої екологічної ситуації. Зростання інтересу науковців до міських лісів пояснюється багатогранністю та важливістю функцій, які вони виконують. Міські лі-

тавление и анализ работы локальной и региональной систем моделей биопродуктивности, широко применяемых в отечественных и международных научных проектах. Установлены вероятные причины обнаруженных отличий: использованные при моделировании исходные данные, географические факторы и задействованное математическое обеспечение. Сформулированы предложения на счет усовершенствования локальной системы моделей для лучшего учета динамики компонентов фитомассы рекреационно-оздоровительных лесов.

Ключевые слова: биопродуктивность лесов, городские леса Киева, искусственные основные древостой, система моделей биопродуктивности.

Lakyda I.P. Some Peculiarities of Bioproductivity Assessment of Recreational and Sanitary Forests on the Example of Pine Stands of Artificial Origin of Urban Forests of Kyiv City

Based on the performed assessment of bioproductivity of pine stands of artificial origin of urban forests of Kyiv city by live biomass components, a comparison and analysis of local and regional systems of bioproductivity models was done. These systems are widely used within the national and international scientific research projects. The most probable reasons of existence of the found differences are ascertained: the initial data, geographical factors, and the applied mathematical tools. The proposals for improvement of the local system of models for better accounting for dynamics of live biomass components of recreational and sanitary stands are formulated.

Keywords: bioproductivity of forests, urban forests of Kyiv city, pine stands of artificial origin, system of bioproductivity models.

УДК 630*[5+17+56]

Аспір. О.М. Мельник¹ –

НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

КОНВЕРСИЙНІ КОЕФІЦІЄНТИ КОМПОНЕНТ ФІТОМАСИ ДЕРЕВОСТАНІВ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ "ПРИП'ЯТЬ-СТОХІД"

За результатами польових і лабораторних досліджень, які оброблено на ПК з використанням спеціальних прикладних програм (табличного процесора MS Excel, статистичної програми STATISTICA – 8), зібрано та проаналізовано базу даних головних лісотворних видів Національного природного парку "Прип'ять-Стохід", яку надалі використано для інформативного забезпечення та розроблення множинних регресійних рівнянь. Опрацьовано комплекс математичних моделей оцінювання конверсійних коефіцієнтів фітомаси деревостанів за її окремими компонентами (деревина стовбура у корі, кора стовбура, гілки крони та листя (хвоя)). Отримано регресійні рівняння, що зв'язують фітомасу деревостанів за фракціями з таксаційними показниками для таких деревних видів, як: вільха клейка, сосна звичайна, береза повисла та дуб звичайний.

Ключові слова: Національний природний парк "Прип'ять-Стохід", деревостан, вік, відносна повнота, бонітет, біотична продуктивність, моделювання, конверсійні коефіцієнти, коефіцієнти регресії.

Вступ. Ліси планети є одним з головних стабілізуючих природних механізмів, які здатні компенсувати зростаючі індустріальні та транспортні емісії парникових газів в атмосфері.

У роботі акад. М.М. Моїсеєва [3] зазначено, що за останні 100 років концентрація вуглецю в атмосфері підвищилася на 20 %, а збільшення запасів фітомаси рослинного покриву не спостерігається. Причиною цієї негативної тенден-

ції є зменшення площі світових лісів, що є результатом як господарської діяльності людини (проведення несанкціонованих рубок для задоволення потреб національного господарства), так і збільшення кількості негативних природних явищ (пожежі, буреломи, вітровали і т. ін.). Зокрема, за 15 років з 1990 по 2005 рр. вона скоротилася на 125,3 млн га, тобто щорічне скорочення становило в середньому 8,4 млн га [13].

Оцінювання вуглецевого стоку в лісових екосистемах насамперед є оцінюванням фітомаси деревостану, яке на перших етапах досліджень розраховували шляхом простої екстраполяції даних фітомаси окремих пробних площ (ПП) на значні лісові регіони. З часом методи оцінювання вдосконалювались і на сучасному етапі вивчення найбільш вживаним вважають метод, пов'язаний з оцінюванням відповідних показників через регресійне моделювання компонент фракцій. При цьому здебільшого використовують перевідні (конверсійні) коефіцієнти, які в подальшому суміщаються з банками лісовпорядної інформації [1]. Конверсійний коефіцієнт вперше запропонував Ф. Флурі (Ph. Flury) [14] ще у 1892 р. У його праці під назвою "Дослідження відношення маси гілок до маси ліквідної деревини (Untersuchungen über das Verhältniss der Reisigmasse zur Derbholzmasse)" вперше з'явилися дані про масу крон та запропоновано перевідні коефіцієнти для оцінювання об'єму гілок за об'ємом ліквідної деревини.

Наступні спроби оцінювання фітомаси та її річного приросту здійснив швейцарський вчений Х. Бургер (H. Burger). У серії досліджень, проведених в період з 1929 по 1953 рр. під спільною назвою "Деревина, маса листя та приріст (Holz, Blattmenge und Zuwachs)", він вивчив всі деревні види Європи, причому основну увагу приділяв відношенню маси листя до річного приросту стовбурової деревини, тобто продуктивності асимілюючого апарату дерева [11, 12].

Пізніше перевідний коефіцієнт набув поширення в радянських та іноземних дослідженнях (Л.К. Поздняков та ін. [6], Т.Х. Токмурзин [7]; А.А. Онуцин, А.Н. Борисов [5]; В.А. Усольцев [8, 9] та ін.).

Мета досліджень – розробити математичні моделі оцінювання наземної фітомаси насаджень Національного природного парку (НПП) "Прип'ять-Стохід", які б адекватно описали дослідні дані з високим рівнем апроксимації.

Матеріали та методика досліджень. Моделювання компонент фітомаси насаджень основних лісотворних деревних видів НПП "Прип'ять-Стохід" здійснено шляхом встановлення одно- та багатофакторних залежностей компонент фітомаси від таксаційних ознак насаджень, які зазначено в даних лісового кадастру. Вихідним матеріалом для проведення моделювання слугували агреговані дослідні дані про наявні для досліджуваного регіону тимчасові пробні площі (ТПП), які репрезентативно відображають основні таксаційні показники та найбільш типові умови зростання деревостанів головних лісотворних видів НПП "Прип'ять-Стохід". Всього використано 113 пробних площ, з яких 48 ПП – у насадженнях сосни звичайної, 44 ПП – оцінюють насадження вільхи клейкої, 14 ПП – берези повислої та 7 ПП – дуба звичайного, з яких 6 – з визначенням фітомаси.

Для вирішення завдань роботи за основу використано методику збирання дослідних даних П.І. Лакиди [1]. Визначення математичних залежностей проведено шляхом пошуку аналітичних залежностей зміни коефіцієнтів R_V (коефіцієнта відношення фракції фітомаси насадження (M_f , т·га⁻¹) до запасу стов-

¹ Наук. керівник: проф. П.І. Лакида, д-р с.-г. наук

си у цьому плані є унікальними, оскільки, окрім забезпечення захисної, рекреаційної, культурної та інших функцій, вони здатні підтримувати сталість внутрішнього середовища міст, очищаючи повітря від пилу і шкідливих викидів, виділяючи кисень і виконуючи функцію поглинання шуму. Втім, незважаючи на зазначене вище, якість інформаційного забезпечення міських лісів в Україні є гіршою порівняно з експлуатаційними лісами, особливо стосовно кількісного оцінювання їх функцій, пов'язаних із біологічною продуктивністю. Беручи це до уваги, дослідження біопродуктивності міських лісів є особливо актуальним.

Метою роботи є порівняння результатів оцінювання біопродуктивності штучних сосняків міських лісів Києва, отриманих за допомогою локальної та регіональної систем моделей біопродуктивності.

Об'єкт дослідження – штучні соснові деревостани міських лісів Києва. Предмет дослідження – процеси росту та формування біопродуктивності цієї категорії деревостанів, а також особливості їх кількісного оцінювання.

Методика та матеріали. У межах цієї роботи на першому етапі розроблено моделі росту модальних соснових насаджень штучного походження міських лісів Києва. Дослідження здійснено у рамках Літньої програми для молодих науковців (YSSP) Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (PIASA) [5]. Обрані для дослідження лісові насадження розташовані у зоні Українського Полісся, займають площу 14619 га і мають запас на корені $5,2 \cdot 10^6 \text{ м}^3$. На другому етапі, з метою розробки таблиць біологічної продуктивності, до розроблених моделей росту досліджуваних лісових насаджень застосовано методику оцінювання біологічної продуктивності лісів [6]. Для отримання таблиць біопродуктивності досліджуваних насаджень міських лісів Києва використано програмне забезпечення Borland Paradox та Microsoft SQL Server.

Біопродуктивність досліджуваних насаджень оцінено шляхом здійснення переходу від об'ємних одиниць (запас насаджень у кубічних метрах на один гектар площі) до масових (запас фітомаси у тоннах на один гектар площі) за допомогою конверсійних коефіцієнтів [1-3].

Конверсійний коефіцієнт слугує за ланку, яка пов'язує між собою стовбуровий запас деревостану та обсяг його фітомаси. З математичної точки зору, він є відношенням маси фракцій фітомаси насаджень (стовбур, листя, гілки тощо) в абсолютно сухому стані до запасу стовбурової деревини і характеризується нелінійною залежністю від декількох керівних факторів.

На сьогодні найпоширенішого використання у рамках міжнародних наукових проектів, партнерами у яких виступають українські лісівничі наукові установи, набули дві системи моделей біологічної продуктивності лісових насаджень (конверсійних коефіцієнтів):

- розроблена проф. П.І. Лакидою для лісових насаджень основних лісотворних порід України [2] (локальна система моделей);
- розроблена проф. А.З. Швиденком та співавторами для лісів європейської частини північної Євразії [6] (регіональна система моделей).

В основу регіональної системи моделей покладено матеріал, який характеризує значний географічний регіон. Математичні моделі розроблено на основі емпіричних даних з-понад 3500 тимчасових пробних площ (ТПП), зокрема й

276 ТПП, що лягли в основу локальної системи. Під час розроблення локальної системи у процесі моделювання конверсійних коефіцієнтів з метою опису динаміки фракцій фітомаси використано алометричні вирази. Регіональна система ґрунтується на математичних виразах виду:

$$R_{vi} = c_0 \cdot A^{c_1} \cdot SI^{c_2} \cdot RS^{c_3} \cdot \exp(c_4 \cdot A + c_5 \cdot RS), \quad (1)$$

де: A – вік насадження; SI – код класу бонітету; RS – відносна повнота; $c_1 \dots c_5$ – регресійні коефіцієнти. Наведене вище нелінійне рівняння дає змогу точніше та гнучкіше описати варіацію дослідних даних, ніж алометричні вирази.

У ході застосування обох систем моделей фітомасу насадження оцінюють як суму її фракцій (стовбурова деревина у корі, гілки, хвоя, корені, підріст, підлісок і живий надґрунтовий покрив). Методика виконання розрахунків дає змогу оцінити загальну продуктивність фітомаси та чисту первинну продукцію лісових екосистем шляхом урахування т. зв. "обороту" фракцій хвої, гілок і тонких коренів, а також підліску та живого надґрунтового покриву [6]. При цьому різниця між обчисленнями для двох згаданих вище систем моделей біопродуктивності полягає у відмінному описі динаміки конверсійних коефіцієнтів. Варто звернути увагу на те, що розрахунок фракцій підрусту і підліску, а також живого надґрунтового покриву здійснено за допомогою однакових моделей [4], тому результати застосування обох систем для них не відрізняються.

Результати дослідження. Результати обчислень, отримані за допомогою двох систем моделей біопродуктивності, наведено у табл. 1 і 2.

Табл. 1. Фрагмент таблиць біопродуктивності модальних штучних соснових насаджень міських лісів Києва (за локальною системою моделей, I клас бонітету)

| Вік, років | Фітомаса насадження, т·га ⁻¹ | | | | | | | | | Загальна продуктивність фітомаси, т·га ⁻¹ | Поточний приріст фітомаси, т·га ⁻¹ ·рік ⁻¹ | |
|------------|---|-------|------|--------|--------|--------|--------------------|---------------------------|--------|--|--|-----------------------------|
| | деревостан | | | | | | підріст і підлісок | живий надґрунтовий покрив | усього | | за наявним запасом | за загальною продуктивністю |
| | надземна | | | | корені | усього | | | | | | |
| | стовбур | гілки | хвоя | усього | | | | | | | | |
| 10 | 10,3 | 3,8 | 2,1 | 16,2 | 2,1 | 18,3 | 0,2 | 0,9 | 19,3 | 27,2 | 3,67 | 4,17 |
| 20 | 42,7 | 7,8 | 3,2 | 53,7 | 7,8 | 61,5 | 0,4 | 1,5 | 63,4 | 94,3 | 4,91 | 7,50 |
| 30 | 82,7 | 10,1 | 3,5 | 96,2 | 14,2 | 110,4 | 0,6 | 2,0 | 113,0 | 180,8 | 4,86 | 9,04 |
| 40 | 120,2 | 11,2 | 3,4 | 134,9 | 20,2 | 155,1 | 0,8 | 2,5 | 158,4 | 276,7 | 4,24 | 9,76 |
| 50 | 152,7 | 11,7 | 3,2 | 167,6 | 25,6 | 193,1 | 1,0 | 2,9 | 197,1 | 377,1 | 3,58 | 10,15 |
| 60 | 180,0 | 11,8 | 3,0 | 194,9 | 30,4 | 225,3 | 1,3 | 3,4 | 230,0 | 480,9 | 3,06 | 10,46 |
| 70 | 203,3 | 11,8 | 2,9 | 218,0 | 35,0 | 253,0 | 1,5 | 3,8 | 258,3 | 587,5 | 2,66 | 10,76 |
| 80 | 223,4 | 11,8 | 2,8 | 237,9 | 39,4 | 277,3 | 1,7 | 4,2 | 283,2 | 697,4 | 2,37 | 11,07 |
| 90 | 241,2 | 11,7 | 2,7 | 255,5 | 43,7 | 299,2 | 1,9 | 4,6 | 305,7 | 810,3 | 2,16 | 11,40 |
| 100 | 257,2 | 11,6 | 2,6 | 271,4 | 48,1 | 319,5 | 2,1 | 4,9 | 326,5 | 926,8 | 2,02 | 11,74 |
| 110 | 271,9 | 11,6 | 2,5 | 285,9 | 52,6 | 338,5 | 2,3 | 5,2 | 346,0 | 1046,4 | 1,91 | 12,06 |
| 120 | 285,5 | 11,5 | 2,5 | 299,6 | 57,3 | 356,9 | 2,4 | 5,5 | 364,7 | 1169,3 | 1,85 | 12,38 |
| 130 | 298,5 | 11,6 | 2,5 | 312,5 | 62,3 | 374,8 | 2,5 | 5,7 | 383,0 | 1295,4 | 1,82 | 12,72 |
| 140 | 310,9 | 11,6 | 2,5 | 325,0 | 67,6 | 392,6 | 2,7 | 5,9 | 401,2 | 1425,1 | 1,81 | 13,06 |

Табл. 2. Фрагмент таблиць біопродуктивності модальних штучних соснових насаджень міських лісів Києва (за регіональною системою моделей, I^a клас бонітету)

| Вік, років | Фітомаса насадження, т·га ⁻¹ | | | | | | | | | Загальна продуктивність фітомаси, т·га ⁻¹ | Поточний приріст фітомаси, т·(га·рік) ⁻¹ | |
|------------|---|-------|------|--------|--------|--------|--------------------|---------------------------|--------|--|---|-----------------------------|
| | деревостан | | | | | | підріст і підлісок | живий надгрунтовий покрив | усього | | за наявним запасом | за загальною продуктивністю |
| | надземна | | | | корені | усього | | | | | | |
| | стовбур | гілки | хвоя | усього | | | | | | | | |
| 10 | 11,0 | 2,5 | 2,1 | 15,6 | 2,7 | 18,3 | 0,2 | 0,9 | 19,3 | 27,3 | 3,72 | 4,20 |
| 20 | 45,2 | 7,1 | 5,1 | 57,5 | 10,5 | 68,0 | 0,4 | 1,5 | 69,9 | 102,0 | 5,66 | 8,62 |
| 30 | 86,3 | 10,9 | 6,9 | 104,2 | 19,2 | 123,4 | 0,6 | 2,0 | 126,0 | 205,5 | 5,38 | 10,93 |
| 40 | 123,4 | 13,3 | 7,8 | 144,6 | 26,7 | 171,3 | 0,8 | 2,5 | 174,6 | 322,7 | 4,39 | 11,97 |
| 50 | 153,8 | 14,7 | 8,0 | 176,5 | 32,6 | 209,0 | 1,0 | 2,9 | 213,0 | 445,5 | 3,41 | 12,38 |
| 60 | 178,3 | 15,6 | 8,0 | 201,9 | 37,1 | 238,9 | 1,3 | 3,4 | 243,6 | 571,1 | 2,73 | 12,61 |
| 70 | 197,8 | 16,0 | 7,8 | 221,6 | 40,6 | 262,2 | 1,5 | 3,8 | 267,4 | 697,9 | 2,14 | 12,72 |
| 80 | 213,3 | 16,2 | 7,6 | 237,1 | 43,3 | 280,4 | 1,7 | 4,2 | 286,3 | 825,6 | 1,69 | 12,78 |
| 90 | 225,8 | 16,3 | 7,3 | 249,4 | 45,5 | 294,8 | 1,9 | 4,6 | 301,3 | 953,7 | 1,36 | 12,82 |
| 100 | 235,8 | 16,3 | 7,0 | 259,1 | 47,3 | 306,4 | 2,1 | 4,9 | 313,4 | 1082,2 | 1,10 | 12,86 |
| 110 | 243,7 | 16,0 | 6,7 | 266,5 | 48,5 | 314,9 | 2,3 | 5,2 | 322,4 | 1209,9 | 0,81 | 12,76 |
| 120 | 250,2 | 15,8 | 6,4 | 272,4 | 49,4 | 321,8 | 2,4 | 5,5 | 329,7 | 1337,1 | 0,66 | 12,69 |
| 130 | 255,6 | 15,5 | 6,2 | 277,3 | 50,2 | 327,4 | 2,5 | 5,7 | 335,6 | 1463,4 | 0,55 | 12,61 |
| 140 | 260,2 | 15,2 | 5,9 | 281,3 | 50,8 | 332,0 | 2,7 | 5,9 | 340,6 | 1589,0 | 0,46 | 12,53 |

Зіставляючи динаміку фітомаси стовбура, можна констатувати, що локальна система моделей біопродуктивності лісових насаджень прогнозує вищі обсяги фракції фітомаси стовбура, ніж регіональна. При цьому темпи зростання згаданого показника є вищими у прогнозі локальної системи. Різниця у результатах, що продукуються двома системами моделей біопродуктивності, збільшується зі зростанням класу бонітету і віку. Для найбільш представленого I^a класу бонітету ця різниця змінюється від 6,8 до 19,5 %.

Регіональна система моделей біопродуктивності прогнозує вищі обсяги фітомаси гілок, ніж локальна, причому відмінності у роботі двох систем моделей значно істотніші, ніж для попередньої фракції. Результати, отримані за допомогою регіональної системи, мають більшу варіацію результуючого показника залежно від класу бонітету, ніж у локальній системі. Відрізняється і характер залежності, що особливо яскраво виявляється у віці понад 80 років. Мінімальні розбіжності реєструються для IV класу бонітету, максимальні – для I^a, I та II класів бонітету, тобто зберігається тенденція щодо їх збільшення зі зростанням класу бонітету. Зі збільшенням віку відбувається зменшення розбіжностей. Для найбільш широко представленого I^a класу бонітету відмінності становлять від 52,0 до 31,0 %.

Порівнюючи результати роботи локальної та регіональної систем моделей біопродуктивності під час прогнозування динаміки фітомаси хвої, можна зробити висновок, що як і для фракції гілок, обсяги фітомаси, розраховані за ре-

гіональною системою, вищі, ніж за локальною. Відрізняється і характер залежності, що чітко простежується у віці понад 100 років, де локальна система прогнозує поступову стабілізацію обсягів фітомаси хвої, тоді як регіональна – їх подальше зменшення. У такому випадку розбіжності стають ще істотніші і сягають близько 100 % у відносних величинах. Найменшими розбіжності є у IV класі бонітету, найбільшими – у II, I та I^a класах бонітету, отже, вони зростають зі збільшенням класу бонітету.

Регіональна система моделей біопродуктивності прогнозує менші значення обсягів фітомаси коренів, ніж локальна. Зі зростанням класу бонітету ця різниця має тенденцію до зменшення, тоді як зі зростанням віку розбіжності стають істотнішими. У старшому віці розбіжності між результатами становлять у середньому близько 35 %. Варто звернути увагу на те, що характер залежності обсягу фітомаси коренів від віку значно відрізняється у локальній та регіональній системах моделей біопродуктивності. Автори обох систем здійснювали моделювання динаміки фітомаси коренів, базуючись на опублікованих даних інших дослідників. Очевидно, на момент розроблення регіональної системи моделей біопродуктивності була доступна більша кількість експериментальних даних.

За результатами порівняння динаміки фітомаси деревостану можна констатувати, що локальна система моделей біопродуктивності генерує вищі значення цієї ознаки порівняно з регіональною. Характер залежності результуючого показника від віку у такому випадку є подібним, проте регіональна система прогнозує більш плавне його зростання у віці понад 80 років, ніж локальна. У відносних величинах найбільша різниця досягається у найнижчому, IV класі бонітету (близько 30 % у старшому віці). Найменші відмінності характерні для I^a і I^b класів бонітету (близько 18 %). До 60-70-річного віку порівнювані системи моделей прогнозують досить близькі значення фітомаси деревостану. Оскільки згаданий показник можна розглядати як суму наведених вище фракцій фітомаси, то найбільш істотно на зростання розбіжностей у старшому віці впливає різний характер залежності фітомаси коренів від віку та значні відмінності, виявлені при її прогнозуванні.

Описуючи прогнозовані значення загальної продуктивності фітомаси, варто звернути увагу на те, що регіональна система моделей біопродуктивності оцінює цей показник вище, ніж локальна система, яка також має меншу варіацію отримуваних значень стосовно нього залежно від класу бонітету. При цьому у вищих класах бонітету розбіжності між результатами двох систем моделей є дещо істотнішими. Згідно з розрахунками за обома системами, характер динаміки згаданого показника подібний. Разом із тим, значення, отримані для нижчих класів бонітету, досить близькі між собою, тоді як у вищих класах бонітету різниця стає помітнішою зі зростанням віку, що може бути наслідком значних відмінностей при прогнозуванні фракцій гілок та хвої.

Під час аналізу динаміки поточного приросту фітомаси лісової екосистеми за наявним запасом, простежується подібність опису динаміки досліджуваного показника обома системами моделей біопродуктивності. Тут максимум досягається у молодому віці, після чого спостерігається спадання. Звідси можна стверджувати, що це відповідає природі аналізованого показника. При цьому

регіональна система прогнозує дещо вищі значення у молодому та істотно нижчі – у старшому віці.

Окрім порівняння обраних систем моделей біопродуктивності деревостанів, для поглибленого аналізу наведемо рисунок, на якому зображено:

- емпіричні дані, отримані на тимчасових пробних площах, закладених у перестиглих соснових деревостанах міських лісів Києва, приведені до модальної повноти;
- фрагменти кривих, отримані за допомогою розглянутих систем моделей біопродуктивності, які відображають динаміку фітомаси стовбура для насаджень I класу бонітету (рис.).

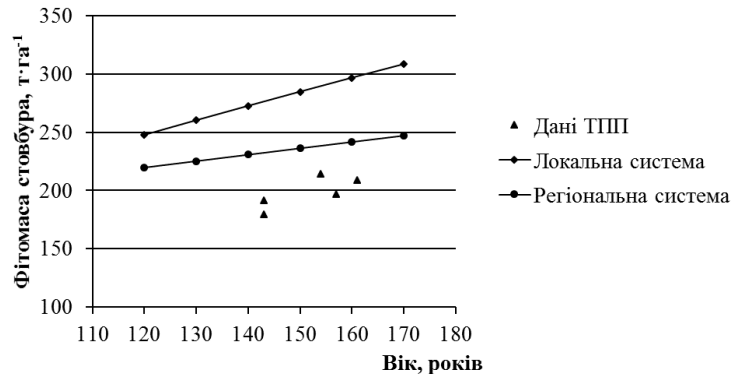


Рис. Порівняння результатів роботи систем моделей біопродуктивності з емпіричними даними, отриманими на ТПП (I клас бонітету)

Очевидно, що емпіричні дані, приведені до модальної повноти, дещо відрізняються від значень, прогнозованих обома системами моделей, причому різниця з прогнозом локальної системи моделей більша, ніж різниця з результатом роботи регіональної системи. Необхідність приведення даних ТПП до модальної повноти пояснюється тим, що тимчасові пробні площі, використані для валідації, закладено у зріджених перестиглих деревостанах, діапазон відносної повноти яких перебуває на рівні 0,37-0,47. На основі виконаного зіставлення даних можна зробити припущення, що ТПП, закладені у деревостанах модальної повноти, були б значно ближчими за параметрами біопродуктивності до результатів роботи регіональної системи моделей. Втім, це припущення варто перевірити експериментальними дослідженнями у майбутньому.

Здійснивши зіставлення двох систем моделей біопродуктивності, можна зазначити такі передумови виникнення виявлених між ними розбіжностей:

- вихідні дані, котрі були доступні на момент створення як локальної, так і регіональної систем. Зокрема, фітомаса коренів коректно описується математичними виразами, використаними у локальній системі моделей біопродуктивності лише до віку 80 років, після чого дедалі помітнішою стає невідповідність прогнозованих результатів уявленням про природу динаміки цієї фракції. Причиною є некоректність роботи моделі в діапазоні екстраполяції. Очевидно, емпіричні дані для старшого віку були недоступними на момент розробки локальної системи. Стосовно динаміки фітомаси хвої можна підсумувати, що прогнозова-

ні значення нижчі, ніж дані, отримані на пробних площах у подібних лісорослинних умовах [3];

- географічні фактори. Особливістю регіональної системи моделей є вплив географічно мінливих лісорослинних умов північної Євразії. Так, за результатами роботи моделей для оцінювання фітомаси живого надгрунтового покриву, підросту й підліску, отримано однаковий прогноз для сухих, вологих і сирих умов у IV класі бонітету, що не цілком відповідає умовам Українського Полісся;
- математичні вирази, використані для моделювання динаміки фракції фітомаси під час розроблення регіональної системи моделей біопродуктивності, дають змогу значно гнучкіше та точніше описати експериментальні дані, аніж ті, які використано під час розроблення локальної системи.

Висновки. Основним висновком з викладеного вище є потреба в удосконаленні локальної системи моделей біопродуктивності з метою коректування описаних розбіжностей. Незважаючи на те, що вони не є критичними, інтерпретація отримуваних результатів за локальною системою є деякою мірою ускладненою. Втім, навіть з урахуванням наявних розбіжностей, локальна система дає змогу описати біологічну продуктивність досліджуваних деревостанів. Під час здійснення порівняння з емпіричними даними, отриманими на ТПП [3], встановлено, що результати, отримані за допомогою регіональної системи моделей біопродуктивності точніше описують природні закономірності вікового розподілу досліджуваних ознак. Задля удосконалення локальної системи моделей, передусім потрібно розширити набір вихідних даних з метою кращого охоплення значних вікових проміжків. Насамперед потребують уточнення дані за фракціями коренів, хвої, підліску, а також живого надгрунтового покриву. По-друге, варто звернути увагу на вид математичних виразів, що використовуються для описування динаміки біологічної продуктивності лісових насаджень. Ці заходи здатні істотно покращити функціонування системи моделей біологічної продуктивності лісів України.

Література

1. Лакида П.І. Продуктивність лісових насаджень України за компонентами надземної фітомаси : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра с.-г. наук: спец. 06.03.02 "Лісовпорядкування та лісова таксація" / П.І. Лакида. – К. : Вид-во "Наука", 1997. – 48 с.
2. Лакида П.І. Фітомаса лісів України : монографія / П.І. Лакида. – Тернопіль : Вид-во "Збруч", 2002. – 256 с.
3. Усольцев В.А. Фитомасса лесов северной Евразии / В.А. Усольцев. – Екатеринбург : Изд-во "Типография" УрО РАН, 2001. – 708 с.
4. Швиденко А.З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон, Ю.И. Булуй. – М. : Изд-во МПР РФ, 2006. – 802 с.
5. Lakyda I. Growth and bioproductivity of urban forests / I. Lakyda. – Laxenburg : International Institute for Applied System Analysis, 2012. – 39 p.
6. Shvidenko A. Semi-empirical models for assessing biological productivity of Northern Eurasian forests / A. Shvidenko, D. Schepaschenko, S. Nilsson, Y. Boulouli // Ecological Modelling. – 2007. – Vol. 204. – Pp. 163-179.

Лакида И.П. Особенности оценки биопродуктивности рекреационно-оздоровительных лесов на примере искусственных сосняков городских лесов Киева

На основании проведенной оценки биопродуктивности искусственных сосновых древостоев городских лесов Киева по компонентам фитомассы, осуществлено сопос-